



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC
TECHNOLOGY

STANOVENÍ ZPŮSOBU A PROSTŘEDKŮ MĚŘENÍ GEOMETRIE ZAKLÁDANÉHO KUSOVITÉHO PRODUKTU NA SKLÁDKÁCH

DEFINITION OF THE METHOD FOR MEASUREMENT OF BULK MATERIALS GEOMETRY ON
THE STOCKYARDS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ NEŠPOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. HELENA POLSTEROVÁ, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektrotechnologie

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektrotechnická výroba a management

Student: Bc. Tomáš Nešpor

ID: 125562

Ročník: 2

Akademický rok: 2013/2014

NÁZEV TÉMATU:

Stanovení způsobu a prostředků měření geometrie zakládaného kusovitého produktu na skládkách

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s dostupnými měřicími zařízeními a technickými prostředky pro snímání výšky a vzdálenosti.

Navrhněte typy měřicích zařízení pro zajištění měření geometrie a stavu zakládané hromady skládky a dále umístění těchto měřicích zařízení v technologii skládkování pro zajištění měření geometrie a stavu zakládané hromady skládky.

Navrhněte propojení (hardware a software) měřicích zařízení do řídicího systému sběru dat technologie skládkování - propojení s řídicími automaty PLC systému sběru dat.

Vytvořte algoritmy zpracování měřených dat v řídicím systému sběru dat technologie skládkování.

Vytvořte vizualizaci daného systému. Simulujte systém sběru dat technologie skládkování pomocí vytvořených algoritmů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 10.2.2014

Termín odevzdání: 29.5.2014

Vedoucí práce: Ing. Helena Polsterová, CSc.

Konzultanti diplomové práce: Ing. Luboš Smělý, firma MIP, s. r. o., Velká nad Veličkou

doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.

Předseda oborové rady

Abstrakt

Práce se zabývá měřením geometrie zakládaného kusovitého produktu na skládkách. V první části dokumentu se popisuje základní rozdělení typů skládek, architektura skládek a metody zakládání kusovitého materiálu na skládkách. Práce pokračuje popisem technologií zakládání a odebírání kusovitého materiálu na skládkách. V experimentální části práce byla navržena měřicí zařízení určená ke měření geometrie a stavu zakládaného produktu. Experimentální část práce obsahuje dále stanovení algoritmů pro zpracování měřených dat na univerzálním skládkovacím stroji, tedy programovým vybavením PLC systému sběru dat. Tato část práce se uzavírá popisem navržené vizualizace zpracovaných dat PLC systémem a simulací vstupních dat.

Klíčová slova

Skládka, skládkování, měření geometrie, sypké materiály, radarové snímače, Siemens, WinCC, Step 7

Abstract

This thesis is concerning about measurement of bulk materials geometry on the stockyards. In the first part of the document is summarized basic allocation of stockyard types, stockyards architecture and methods of bulk materials stacking. Furthermore there are allocated particular stacking and recovering technologies of bulk materials on the stockyards. The experimental part of the thesis is concerning about introduction to measurement of bulk materials geometry and its state consequently selection and description of measurement devices intended to forenamed purpose. The experimental part of the thesis is dedicated to determination of algorithms for measured data processing on a combined stacker/reclaimer machine; consequently it is dedicated to software equipment of data gathering PLC system. At the last part of the thesis a description of designed input data simulation and visualization which displays gathered data by PLC system are stated.

Keywords

Stockyard, stacking, geometry measurement, bulk materials, radar sensors, Siemens, WinCC, Step 7

Bibliografická citace:

NEŠPOR, T. *Stanovení způsobu a prostředků měření geometrie zakládaného kusovitého produktu na skládkách*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2014. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Helena Polsterová, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Stanovení způsobu a prostředků měření geometrie zakládaného kusovitého produktu na skládkách jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího a konzultanta diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **29. Května 2014**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Heleně Polsterové, CSc. a konzultantovi Ing. Lubošovi Smělému za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **29. Května 2014**

.....
podpis autora

Obsah

Úvod	9
1 Architektura a technologie skládek	11
1.1 Typy skládek dle základní funkce zásoby	11
1.1.1 Vyrovnávací (kapacitní) skládka – VKS	11
1.1.2 Selektivní vyrovnávací (kapacitní) skládka – SVKS	11
1.1.3 Homogenizační skládka - HMGS	11
1.1.4 Kombinace předchozích typů	12
1.2 Architektura skládek	12
1.2.1 Podélná skládka – typ PS	12
1.2.2 Podélná skládka – typ BS	13
1.2.3 Podélná skládka – typ OS	14
1.2.4 Kruhová skládka – typ KS	14
1.3 Metody zakládání skládkovaného materiálu (produktu)	15
1.3.1 Shell – SH	15
1.3.2 Cone Shell – CS	16
1.3.3 Block – BC	17
1.3.4 Chevron – CH	18
1.3.5 Strata – STR	19
1.3.6 Windrow – WIN	20
1.3.7 Přesýpané Windrow – PWIN	22
1.4 Technologie skládkování	23
1.4.1 Zakládací zařízení s výložníkem pro kruhové skládky – typ KS	23
1.4.2 Zakládací zařízení s výložníkem pro podélné skládky – typ PS a OS	24
1.4.3 Portálové zakládací zařízení pro podélné skládky – typ BS	25
1.4.4 Odebírací zařízení se shrnovacími bránami pro kruhové skládky – KS	26
1.4.5 Odebírací zařízení se shrnovacími bránami pro podélné skládky – PS	26
1.4.6 Odebírací portálové korečkové zařízení pro podélné skládky – BS	27
1.4.7 Odebírací zařízení se škrabkovým řetězcem pro podélné skládky – PS a OS	28

1.4.8	Odebírací portálové zařízení se sekundárním škrabkovým řetězcem pro podélné skládky – PS a OS	28
1.4.9	Odebírací mostové kolesové zařízení – podélné skládky PS.....	29
1.4.10	Kombinovaná zakládací a odebírací zařízení (universální kolesové skládkové stroje) pro podélné skládky – PS.....	29
2	Návrh Měřicích zařízení	32
2.1	Měření stavu skládky	32
2.1.1	Gamapopeloměr GE 3000	32
2.1.2	Kontinuální pásová váha.....	33
2.1.3	Sick Bulksan	36
2.2	Měření geometrie skládky	38
2.2.1	Měřené veličiny	41
	Radarová čidla	42
2.2.2	Sitrans LR560	43
2.2.3	Sitrans LR460	43
2.2.4	Sitrans LR260	44
2.2.5	Vegapuls SR68	44
	Ultrazvuková čidla	44
2.2.6	Sitrans LU	44
2.2.7	Reflexní snímač Turek.....	44
	Měření pojezdů a zdvihů	45
2.2.8	Sick ATM60	46
2.3	Umístění měřicích zařízení	46
2.3.1	Umístění senzorů stavu skládky	46
2.3.2	Umístění senzorů geometrie	46
3	Návrh algoritmů pro měření	48
3.1	Instalovaná měřicí zařízení	48
3.1.1	Podélná skládka osazená dvěma universálními skládkovacími stroji	49
3.1.2	Specifikace přenášených dat o provozu a práci skládkového stroje...	51
3.1.3	Algoritmy pro zpracování dat	54
3.2	Měřicí zařízení v technologii pásové dopravy	59
3.2.1	Snímač ATM60.....	59
3.2.2	Snímač SITRANS LR560.....	61

3.2.3	Kontinuální pásové váhy	62
3.2.4	Kontinuální gamapopeloměry.....	64
4	vizualizace, simulace sběru dat technologie skládkování	67
4.1	Použité PLC	67
4.2	S7-PLCSIM	67
4.3	WinCC	68
4.3.1	Popis vizualizace.....	69
5	Závěr	72

ÚVOD

Cílem této diplomové práce je stanovit vhodná měřicí zařízení, která budou schopna za ztížených podmínek, tedy na skládkách sypkých materiálů, které bývají při zakládání hromad zaplněny prachem v ovzduší, měřit výšku zakládané hromady. Výška hromady ovšem nestačí k zajištění kompletního přehledu nad skládkou, je nutné proto měřit celou geometrii skládky, tedy, mimo výšku, i šířku a délku zakládaného materiálu. Pokud máme změřenou geometrii skládky, je vhodné také vědět, v jakém stavu je materiál a jak velké množství materiálu je založeno na skládce. Tyto informace samozřejmě můžeme získat dopočítáním objemu ze změřené geometrie a typu materiálu, nicméně pro přesnost tohoto měření potřebujeme ještě jedno měřicí zařízení, které bude rovnou měřit hmotnost zakládaného materiálu. Pro získání informací o stavu materiálu, který zakládáme, a tím materiálem je v tomto případě uhlí, je vhodné znát jeho výhřevnost. Tato informace je užitečná pro získání přehledu o množství energie, které se uvolní úplným spálením jedné jednotky měřeného materiálu. Jakmile budou vybrána všechna potřebná měřicí zařízení, bude třeba zvolit jejich vhodná umístění.

Úkolem této práce je také navrhnout propojení měřicích zařízení do systému sběru dat technologie skládkování. Znamená to tedy navrhnout typ fyzického propojení pomocí známých průmyslových sběrnic či přímého propojení jednodušších snímačů, které nevyžadují komplexní vlastnosti průmyslových sběrnic. S fyzickým propojením je spojeno softwarové propojení, tedy tvorba algoritmů, které zpracovávají měřená data v technologii sběru dat technologie skládkování. Tyto algoritmy jsou navrženy v prostředí Step 7 firmy Siemens a užity v PLC automatech, která realizují sběr dat. Sbíraná data jsou pak nadále zpracována dalším systémem pro jejich statistické a archivační účely. Toto další zpracování už není obsahem této práce. Pro ověření funkčnosti navržených algoritmů je nutné vytvořit simulaci s vizualizací systému sběru dat technologie skládkování. Vizualizace je vytvořena v nástroji firmy Siemens s názvem WinCC.

1 ARCHITEKTURA A TECHNOLOGIE SKLÁDEK

V této kapitole jsou popsány různé typy a technologie skládek. Existují různá rozdělení skládek – podle architektury, podle funkce, podle technologie skládkování a podobně. Nicméně, v této práci je uvedeno rozdělení skládek poněkud jiným způsobem, a to důsledně podle jejich vlastností. Dělení je stanoveno na základě zkušeností firmy MIP spol. s r.o. Dělení je následující [1]:

- dle funkce zásoby skládek
- dle architektury skládek
- dle užití technologie zakládání a odebírání
- dle metod zakládání a následného odebírání

Skládkou se zde rozumí prostor k uložení produktu určeného pro dalšímu využití. Skládky může být otevřená i uzavřená, tím je myšleno, že může být umístěna ve volném prostoru nebo může být zastřešená či ohraničená. *Produkt*, který je uložen na skládce může být uložen na podložce nebo bez podložky na volném prostoru. Tento prostor může být rovná pláň, kultivovaná jáma nebo ohrazení (i částečné).

1.1 Typy skládek dle základní funkce zásoby

1.1.1 Vyrovňovací (kapacitní) skládka – VKS

Tento typ skládky slouží pouze k vytvoření zásoby daného produktu nebo pro pokrytí potřeby produktu v další výrobě, spotřebě nebo expedici. Není zde žádný požadavek korekce kvality vstupního produktu oproti výstupní technologii skládkování [1].

1.1.2 Selektivní vyrovňovací (kapacitní) skládka – SVKS

Slouží výhradně k vytvoření zásoby daného produktu nebo pro pokrytí potřeby produktu v další výrobě, spotřebě nebo expedici se selektivním uložením produktu daných kvalitativních vlastností, taktéž bez požadavku korekce vstupního produktu oproti výstupní technologii skládkování [1].

1.1.3 Homogenizační skládka - HMGS

Tato skládka slouží pouze pro vytvoření produktu dané kvalitativní vlastnosti technologie skládkování [1].

1.1.4 Kombinace předchozích typů

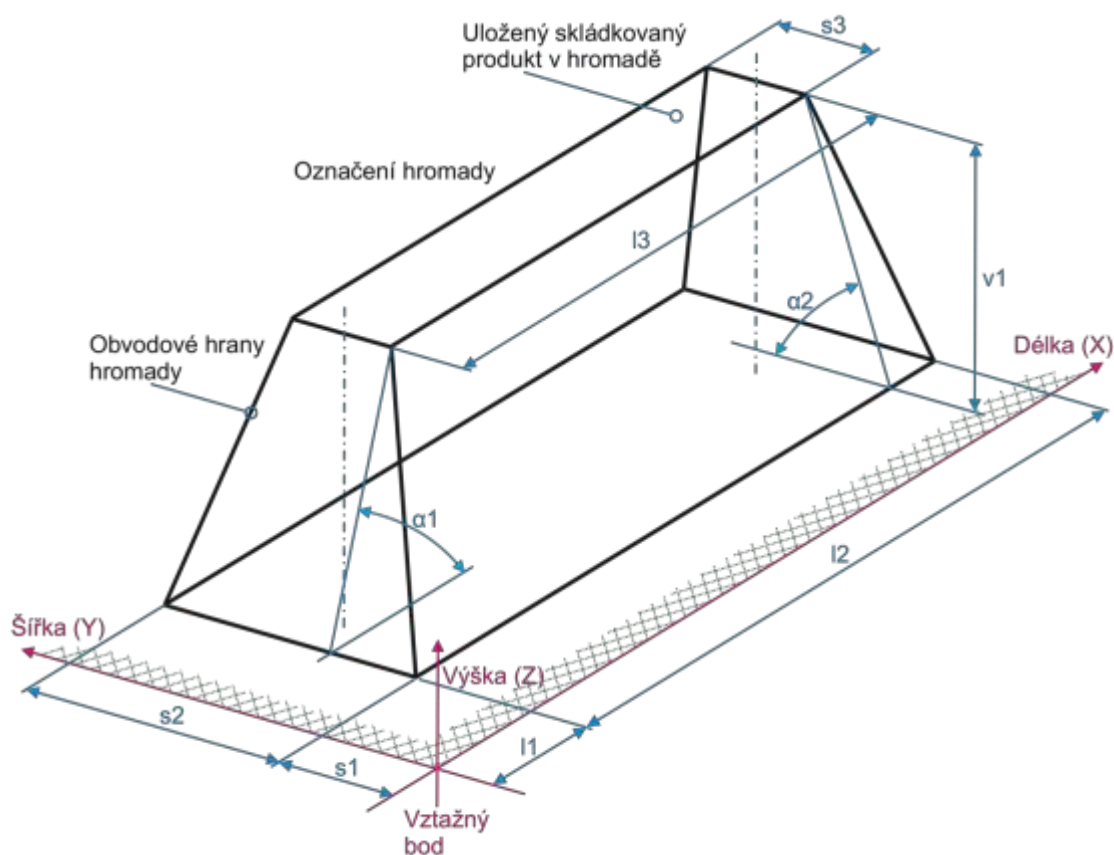
Specifickým typem skládky může být kombinace tří předchozích typů skládek. Konkrétní skládka se pak blíží jedné z předchozích typů na základě použitých skládkovacích strojů, architektury skládky, provozu skládky. Zároveň podle použité technologie skládkování se pak projeví stupeň prolnutí kvality výstupního skládkovaného produktu oproti kvalitě vstupního produktu.

1.2 Architektura skládek

Zde je uvedeno rozdělení architektury skládek dle uložení skládkovaného produktu:

1.2.1 Podélná skládka – typ PS

Skládkovaný produkt je uložen na podložce, jako na volném prostoru - ploše (na ploše, pláni, tzv. volné skládkování, volně sypaná hromada). Půdorys hromad skládky je obdélníkový.



Obrázek 1: Podélná skládka PS [2]

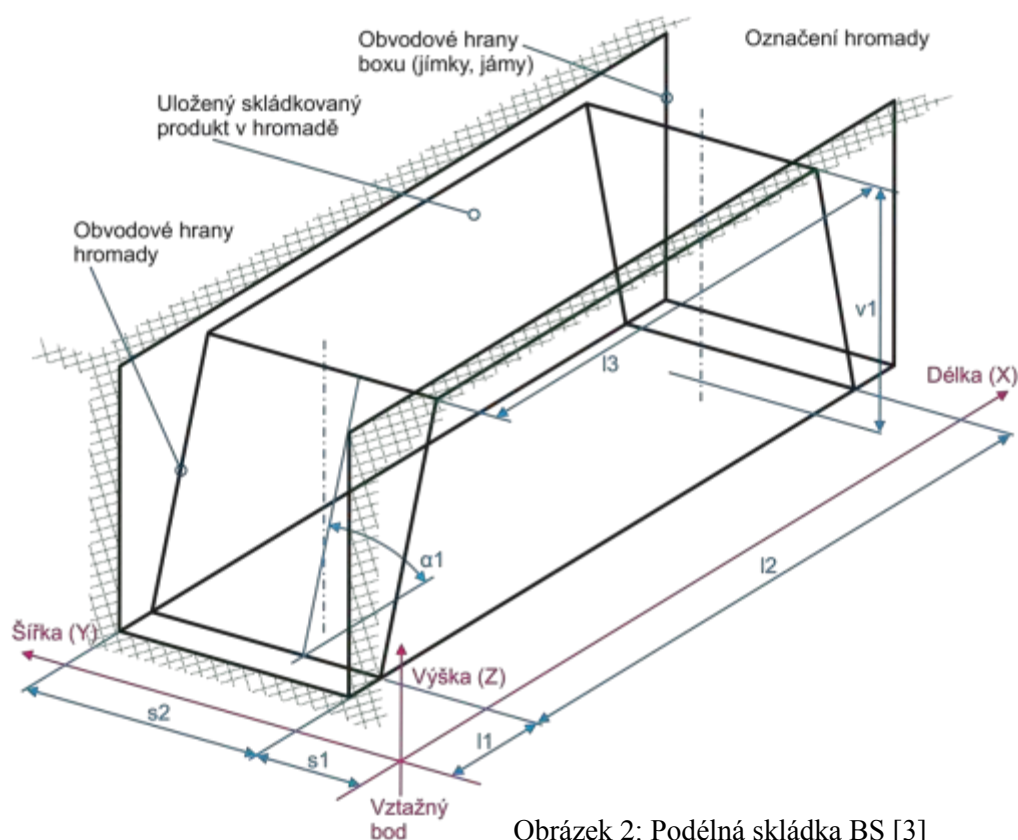
V tabulce 1 je uveden popis jednotlivých symbolů. Tabulka platí i pro podélné skládky.

Tabulka 1: Legenda k obrázkům 1,2,3 - podélné skládky [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l1	Vzdálenost základny hromady od počátku	mm
l2	Délka základny hromady	mm
l3	Délka temene hromady	mm
s1	Vzdálenost základny hromady od počátku	mm
s2	Šířka základny hromady	mm
s3	Šířka temene hromady	mm
v1	Výška hromady	mm
v2	Výška bočního ohrazení	mm
α_1	Sypný úhel skládkovaného produktu na čele hromady	°
α_2	Sypný úhel skládkovaného produktu na boku hromady	°

1.2.2 Podélná skládka – typ BS

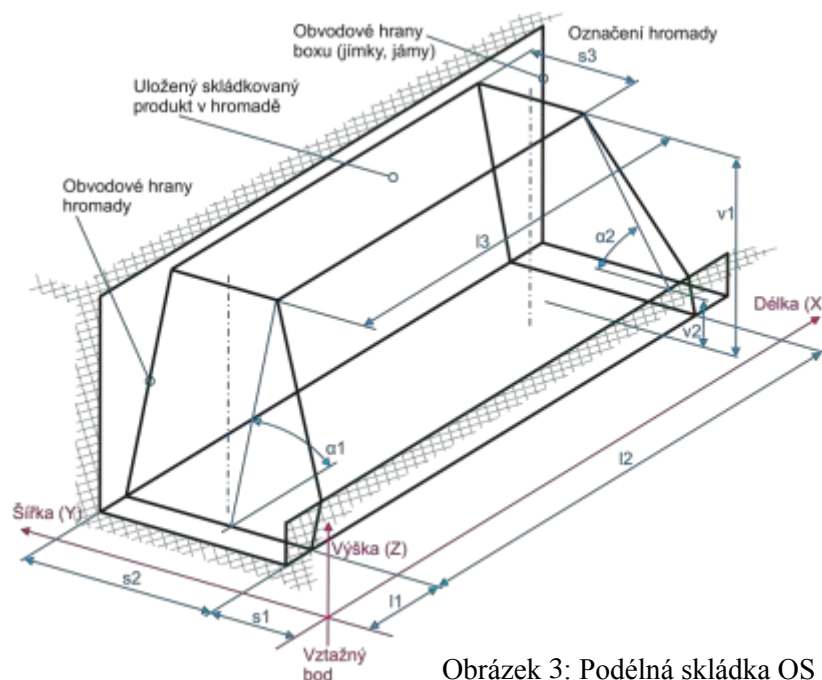
Skládkovaný produkt je uložen v kultivované jámě (boxu, ne v silu nebo zásobníku). Půdorys hromad skládky je obdélníkový.



Obrázek 2: Podélná skládka BS [3]

1.2.3 Podélná skládka – typ OS

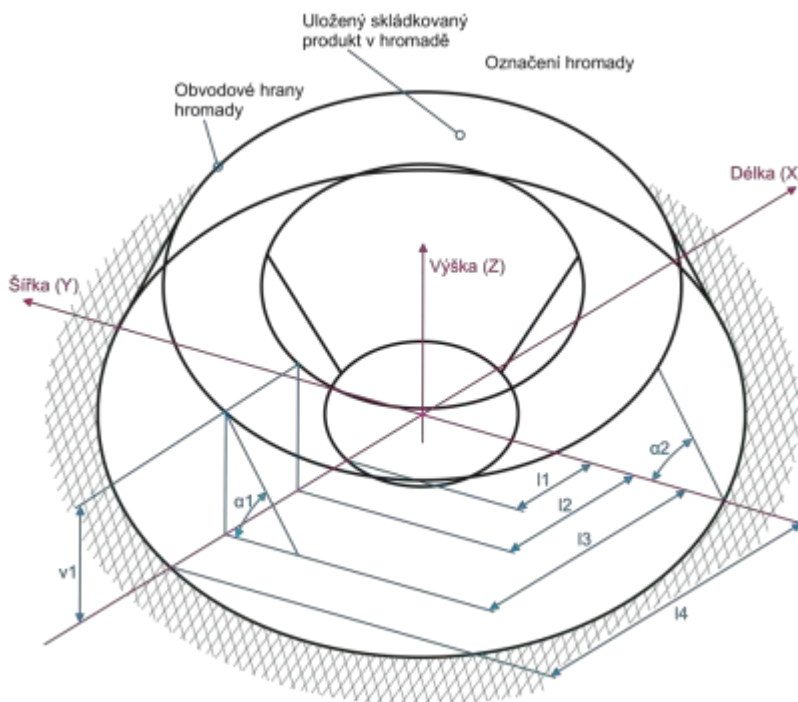
Skládkovaný produkt je uložen v ohrazení. Ohrazení může být i částečné. Půdorys hromad skládky je obdélníkový.



Obrázek 3: Podélná skládka OS [4]

1.2.4 Kruhová skládka – typ KS

Skládkovaný produkt je uložen na podložce, jako na volném prostoru - ploše (na ploše, pláni, tzv. volné skládkování, volně sypaná hromada). Půdorys hromady skládky je kruhový.



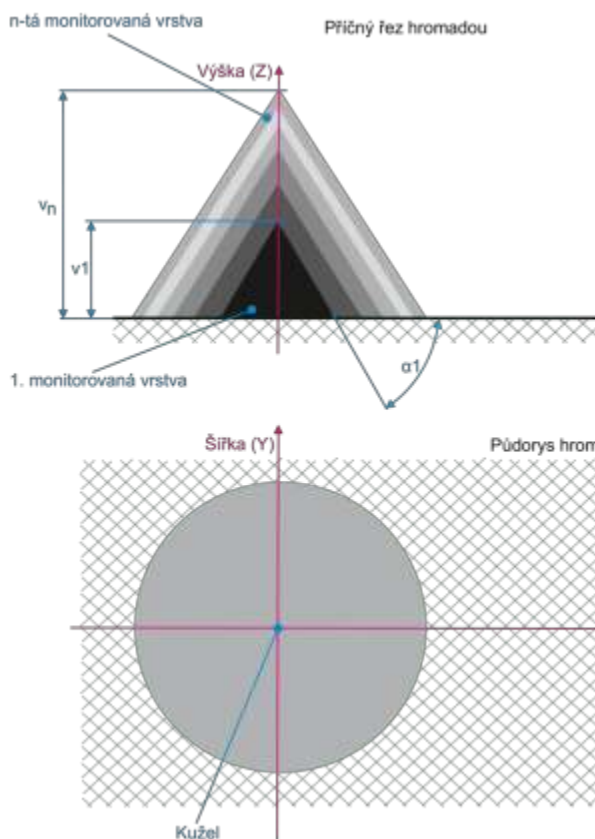
Obrázek 4: Kruhová skládka KS [5]

Tabulka 2: Legenda k obrázku 4 - Kruhová skládka [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l1	Vnitřní poloměr základny hromady	mm
l2	Vnitřní poloměr temene hromady	mm
l3	Vnější poloměr temene hromady	mm
l4	Vnější poloměr základny hromady	mm
v1	Výška hromady	mm
α_1	Sypný úhel skládkovaného produktu na čele hromady	°
α_2	Sypný úhel skládkovaného produktu na boku hromady	°

1.3 Metody zakládání skládkovaného materiálu (produktu)

V praxi se používá několik metod zakládání skládkovaného materiálu neboli skládkování. Můžeme zde zařadit následujících sedm metod:



1.3.1 Shell – SH

Metoda *Shell* nebo také *Samostatný kužel*. Skládkovaný materiál je sypán na jediné místo skládky bez horizontálních pohybů (v ose X a Y) zakládacího zařízení. Může se pohybovat vertikálně (v ose Z), z důvodu snížení vzdálenosti mezi hromadou a zakládacím zařízením. Zakládání materiálu se monitoruje až po jednotlivých založených kuželových vrstvách [1]. Vyobrazení je na obrázku 5.

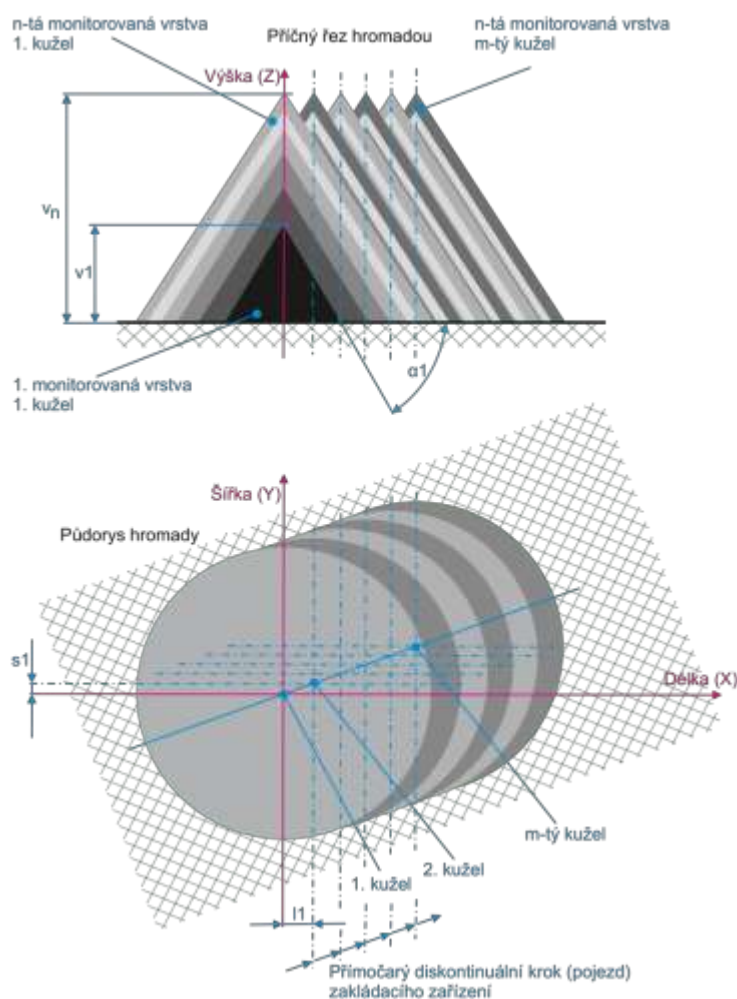
Obrázek 5: Metoda Shell [6] (vlevo)

Tabulka 3: Legenda k obrázku 5 – Metoda Shell [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
v_1	Výška 1. monitorované vrstvy	mm
v_n	Výška n-té monitorované vrstvy (celková výška nasypného kuželu)	mm
α_1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°

1.3.2 Cone Shell – CS

Metoda *Cone Shell* nebo česky *Podélná kuželová skořápka*. Skládkovaný produkt je stejně jako v předchozí metodě sypán ze začátku na jedno místo skládky bez horizontálního pohybu zakládacího zařízení s možností vertikálního pohybu. Jakmile se dosype první kužel, zakládací zařízení se posune dál o předem stanovenou vzdálenost a začne sypat další kužel na stěnu předchozího kuželu [1]. Viz obrázek 6.



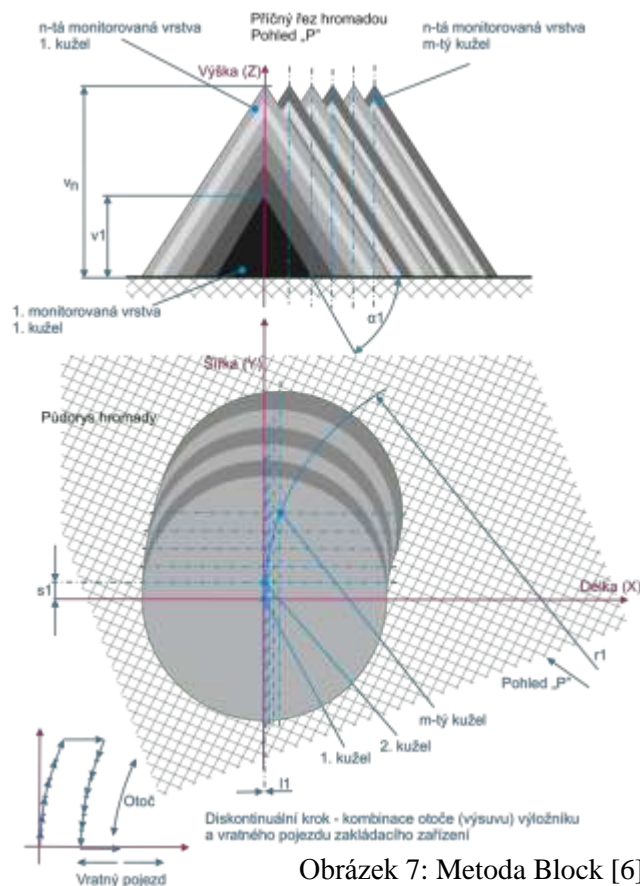
Obrázek 6: Metoda Cone Shell [6]

Tabulka 4: Legenda k obrázku 6 - Metoda Cone Shell [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l1	Posun (pojezd, krok) zakládacího zařízení v ose „X“	mm
s1	Posun (pojezd, krok) zakládacího zařízení v ose „Y“	mm
v1	Výška 1. monitorované vrstvy prvního kuželu	mm
V _n	Výška n-té monitorované vrstvy prvního kuželu (celková výška nasypaného prvního kuželu a hromady)	mm
α1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°

1.3.3 Block – BC

Metoda *Block* nebo také *Oblouková kuželová skořápka*. Skládkovaný materiál je sypán na jedno místo skládky bez horizontálních pohybů (v ose X a Y) zakládacího zařízení. Může se pohybovat vertikálně (v ose Z), z důvodu snížení vzdálenosti mezi hromadou a zakládacím zařízením. Jakmile je dosypán první kužel, zakládací zařízení se posune dál o předem stanovenou vzdálenost a zároveň se pootočí či vysune zakládací výložník a z této nové polohy se začne sypat další kužel na stěnu předchozího založeného kuželu. Zakládání je sledován až po jednotlivých založených kuželových vrstvách [1]. Viz obrázek 7.



Obrázek 7: Metoda Block [6]

Tabulka 5: Legenda k obrázku 7 – Metoda Block [1]

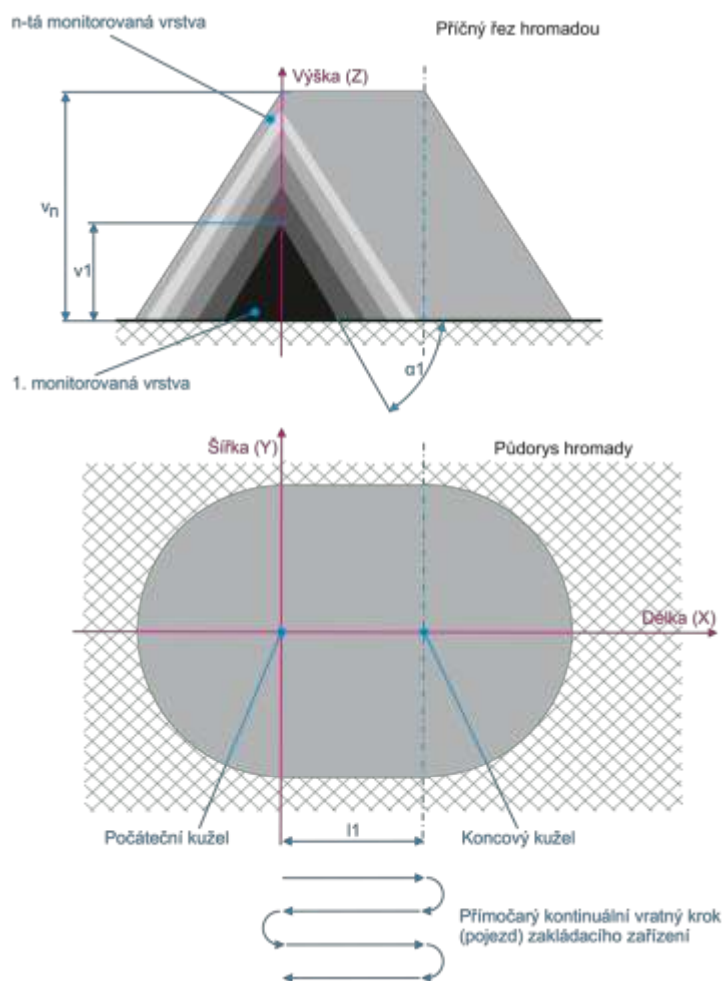
Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l1	Posun (pojezd, krok) zakládacího zařízení v ose „X“ (pohyb zakládacího zařízení složen z posunu (pojezdu) zakládacího zařízení o požadovaný krok a zároveň o pootočení (vysunutí) zakládacího výložníku)	mm
s1	Posun (pojezd, krok) zakládacího zařízení v ose „Y“ (pohyb zakládacího zařízení složen z posunu (pojezdu) zakládacího zařízení o požadovaný krok a zároveň o pootočení (vysunutí) zakládacího výložníku)	mm
v1	Výška 1. monitorované vrstvy prvního kuželu	mm
v _n	Výška n-té monitorované vrstvy prvního kuželu (celková výška nasypaného prvního kuželu a hromady)	mm
r1	Poloměr výložníku zakládacího zařízení	mm
α1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°

1.3.4 Chevron – CH

Metoda *Chevron* nebo také *Krokev*. Skládkovaný materiál je sypán kontinuálně s horizontálním posuvem (v ose X) zakládacího zařízení. Na počátku nebo na konci hromady se zakládací zařízení zvedne (v ose Z) a znovu s kontinuálním horizontálním pojezdem probíhá zakládání produktu ovšem teď v opačném směru než první sypaná vrstva. Nová vrstva se sype na předchozí vrstvu shora. Zakládání materiál je monitorován po založení jednotlivých vrstev [1]. Viz obrázek 8.

Tabulka 6: Legenda k obrázku 8 - Metoda Chevron [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l1	Délka posunu (pojezdu) zakládacího zařízení v ose „X“ v rámci zakládání celé hromady	mm
v1	Výška 1. monitorované vrstvy	mm
v _n	Výška n-té monitorované vrstvy (celková výška hromady)	mm
α1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°



Obrázek 8: Metoda Chevron [6]

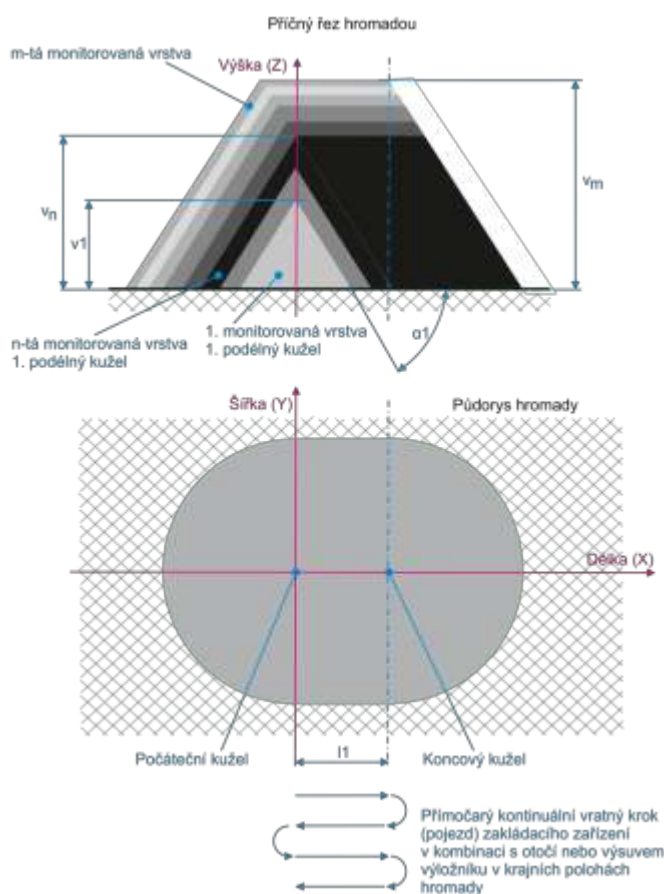
1.3.5 Strata – STR

Metoda *Strata* nebo také *Boční vrstvy*. Skládkovaný materiál je sypan kontinuálně s horizontálním posuvem (v ose X) zakládacího zařízení. Na počátku nebo na konci hromady se zakládací zařízení zvedne, natočí se směrem do hromady (v ose Z) a znovu s kontinuálním horizontálním pojezdem probíhá zakládání produktu ovšem teď v opačném směru než první sypaná vrstva. Nová vrstva se sype na vzdálenější bok předchozí založené vrstvy od zakládacího zařízení. Zakládání materiál je monitorován po založení jednotlivých vrstev [1]. Viz obrázek 9.

Tabulka 7: Legenda k obrázku 9 – Metoda Strata [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-

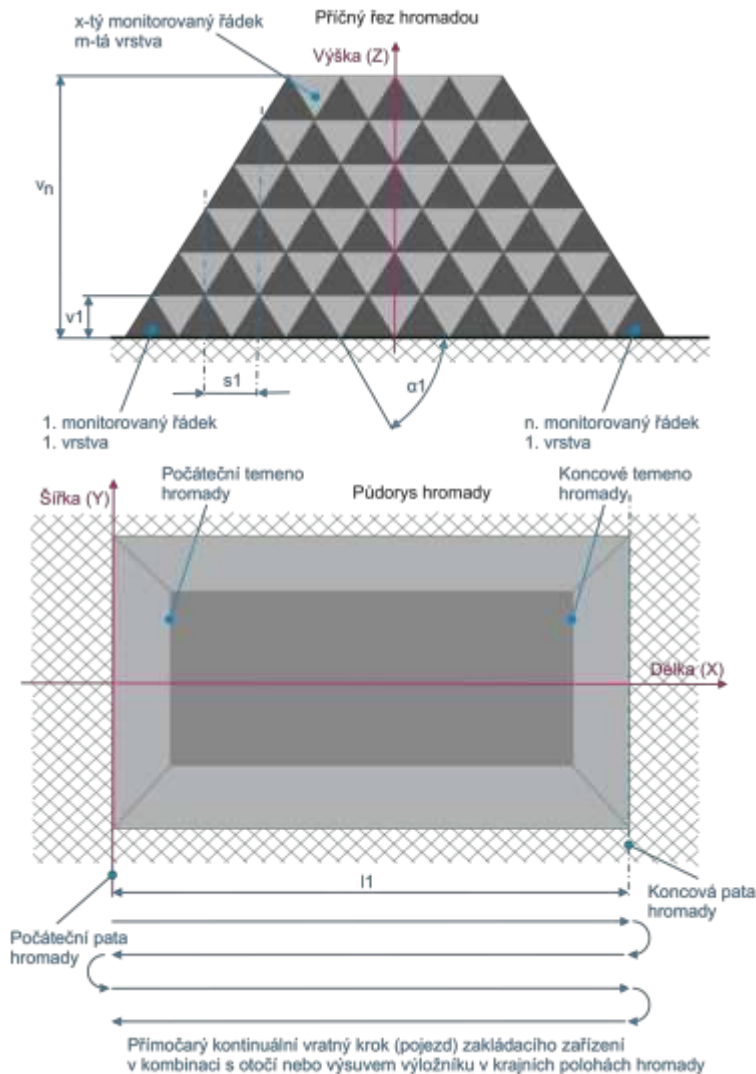
l_1	Délka posunu (pojezdu) zakládacího zařízení v ose „X“ v rámci zakládání celé hromady	mm
v_1	Výška 1. monitorované vrstvy	mm
v_n	Výška n-té monitorované vrstvy před prvním otočením (vysunutím) zakládacího zařízení na počátku nebo konci hromady	mm
v_m	Výška m-té monitorované vrstvy (celková výška hromady)	mm
α_1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°



Obrázek 9: Metoda Strata [6]

1.3.6 Windrow – WIN

Metoda *Windrow* nebo také *Řádky*. Skládkovaný materiál je sypán postupně v řádku kontinuálně s horizontálním posuvem (v ose X) zakládacího zařízení. Na počátku nebo na konci hromady se zakládací zařízení natočí a znovu postupně sype s kontinuálním horizontálním posuvem v ose X ovšem teď v opačném směru než první sypaný řádek, čímž se vytvoří nový řádek produktu vedle předchozího řádku. Nová vyšší vrstva řádků se sype vedle předchozího založeného řádku. Zakládací zařízení se zase zvedne ve směru osy Z. Pokud se jedná při zakládání nového řádku o krajní řádek, sype se nový na předešlý založený řádek. Zakládání materiál je monitorován po založení jednotlivých řádků [1]. Viz obrázek 10.



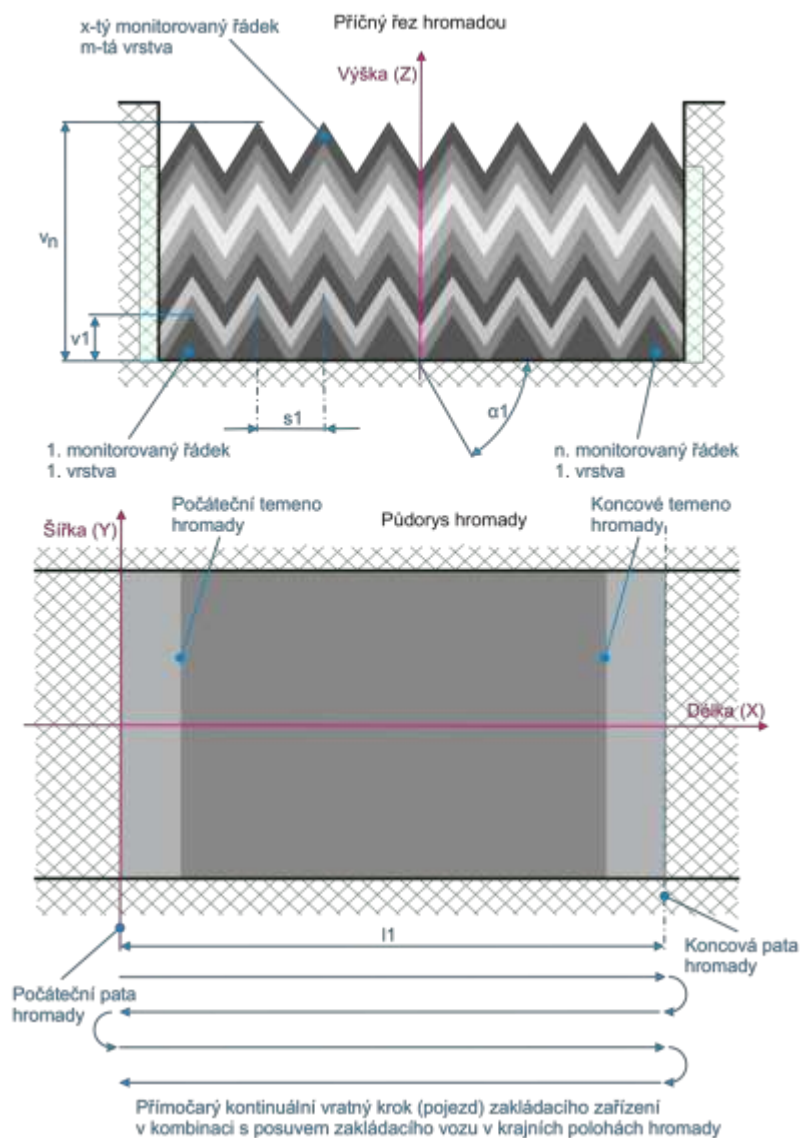
Obrázek 10: Metoda Windrow [6]

Tabulka 8: Legenda k obrázku 10 - Metoda Windrow [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l_1	Délka posunu (pojezdu) základacího zařízení v ose „X“ v rámci zakládání celé hromady	mm
s_1	Rozteč jednotlivých sypaných řádků v příčném směru skládkou (tedy v ose „Y“)	mm
v_1	Výška 1 monitorovaného řádku	mm
v_n	Výška n-tého monitorovaného řádku (celková výška hromady)	mm
α_1	Sypný úhel skládkovaného produktu	°

1.3.7 Přesýpané Windrow – PWIN

Metoda *Přesýpané Windrow* nebo také *Přesýpané Řádky*. Metoda se používá při zakládání na podélných skládkách, kde je skládkovaný materiál uložen v tzv. kultivované jámě či boxu (BS skládky). Skládkovaný materiál je sypan postupně v řádku kontinuálně s horizontálním posuvem (v ose X) zakládacího zařízení. Na počátku nebo na konci hromady se zakládací zařízení posune v příčném směru (v ose Y) a dojde znovu k postupnému sypaní s kontinuálním horizontálním posuvem (v ose X) ovšem teď v opačném směru než první sypaný řádek, čímž se vytvoří nový řádek produktu vedle předchozího řádku. Nový řádek se sype vedle předchozího založeného řádku na vrchol řádku z předchozí vrstvy. Zakládací zařízení se zase zvedne ve směru osy Z. Pokud se jedná při zakládání nového řádku o krajní řádek, sype se nový na předešlý založený řádek. Zakládání materiál je monitorován po založení jednotlivých řádků [1]. Viz obrázek 11.



Obrázek 11: Metoda Přesýpané Windrow [6]

Tabulka 9: Legenda k obrázku 11 - Metoda Přesýpané Windrow [1]

Označení symbolu	Název, popis	Jednotka
Vztažný bod	Vztažný bod (počátek) polohy hromady	-
Délka (X)	Osa délky hromady	-
Šířka (Y)	Osa šířky hromady	-
Výška (Z)	Osa výšky hromady	-
l ₁	Délka posunu (pojezdu) zakládacího zařízení v ose „X“ v rámci zakládání celé hromady	mm
s ₁	Rozteč jednotlivých sypaných řádků v příčném směru skládkou (tedy v ose „Y“)	mm
v ₁	Výška 1 monitorovaného řádku	mm
v _n	Výška n-tého monitorovaného řádku (celková výška hromady)	mm
α ₁	Sypný úhel skládkovaného produktu	°

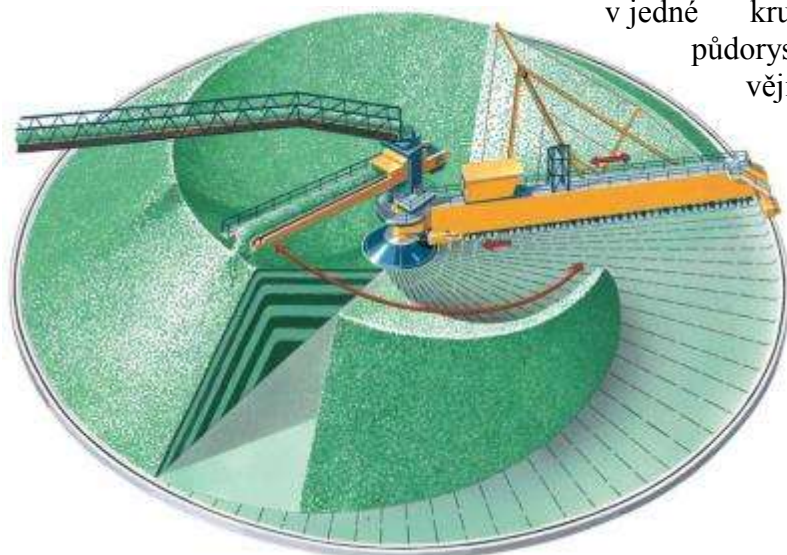
1.4 Technologie skládkování

1.4.1 Zakládací zařízení s výložníkem pro kruhové skládky – typ KS

Zakládací výložník je umístěn na centrálním otočném sloupu, který je umístěn v ose kruhové skládky a je vybaven zakládacím pásovým dopravníkem. Zakládací výložník se otáčí na centrálním otočném sloupu v obou směrech, může se pohybovat ve vertikálním směru, tj. sklápět se nebo se zvedat, přičemž se výška zakládacího výložníku nad hřebenem hromady zachovává co nejmenší kvůli snížení emisí prachu, který vzniká při zakládání. Délka zakládacího výložníku je konstantní (bez výsuvu nebo posuvného shazovacího vozu).

Vstupní zakládaný materiál se na skládku dopravuje pomocí vstupního pásového dopravníku, který je veden nad skládkou a je sypán do centrálně umístěné vstupní násypky v ose centrálního otočného sloupu na dopravní pás zakládacího výložníku.

Zakládání skládkovaného materiálu je prováděno metodou Chevron (tzv. „CH“) v jedné kruhové hromadě s prstencovým



půdorysem. Zakládání se uskutečňuje vřjířovitým pohybem výložníku (otáčení tam a zpět) v zakládané obloukové výseči, jakmile se dosáhne konečné výšky založené hromady, zakládaná výseč se posune směrem dopředu do volného prostranství na skládce [1]. Viz obrázek 12.

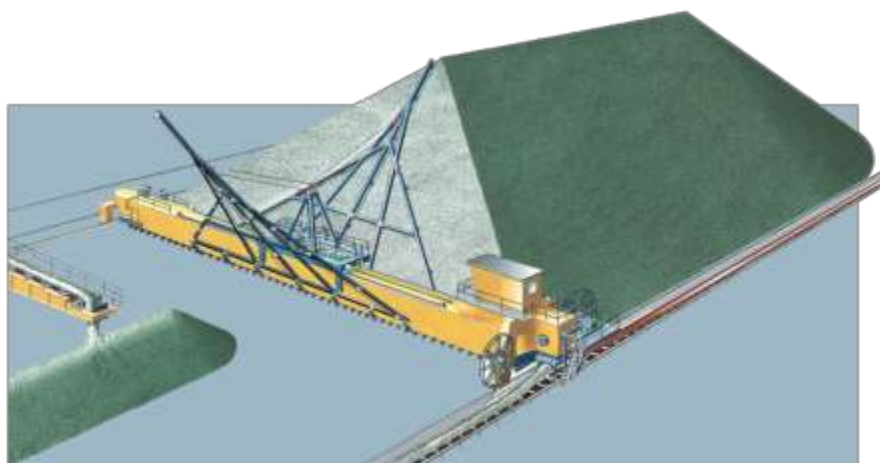
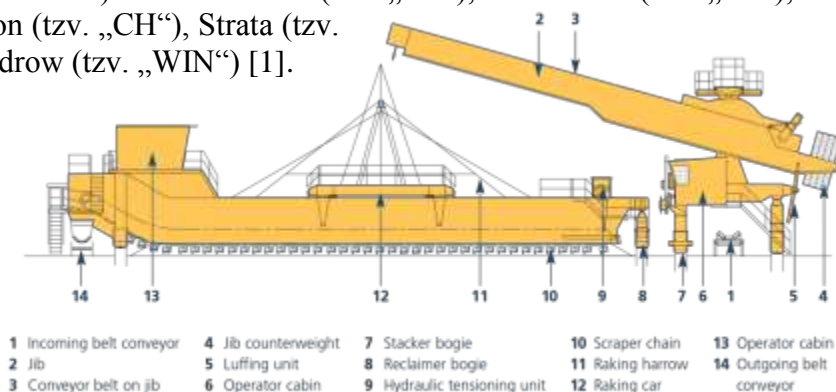
Obrázek 12: Zakládání kruhové skládky (vlevo) [7]

1.4.2 Zakládací zařízení s výložníkem pro podélné skládky – typ PS a OS

Zakládací výložník je umístěn na podvozku, pojíždějícím podél skládky, vybaveným zakládacím pásovým dopravníkem. V závislosti na provedení zakládacího zařízení se zakládací výložník může otáčet kolem osy stroje (podvozku) v horizontální rovině v obou směrech nebo je zakládací výložník pevný, tedy bez možnosti otáčení. Zakládací výložník se může dále pohybovat ve vertikálním směru (sklápět se nebo zvedat) - výška zakládacího výložníku nad hřebenem hromady se zachovává co nejmenší kvůli snížení emisí prachu a také aby nedocházelo k destrukci zakládávaného materiálu. Zakládací výložník může být i pevný, bez zdvihu. Délka zakládacího výložníku je konstantní (bez výsuvu nebo posuvného shazovacího vozu).

Vstupní zakládávaný materiál je na skládku dopravován vstupním průběžným skládkovým pásovým dopravníkem (vedeným podélně vedle skládky) který prochází podvozkem zakládacího zařízení a je sypán do vstupní násypky na dopravní pás zakládacího výložníku. Zakládací zařízení může být vybaveno na vstupu do vstupní násypky dělicím zařízením pro možnost propouštění určité části vstupního materiálu dále po vstupním průběžném skládkovém pásovém dopravníku bez jeho založení.

Zakládání skládkovaného materiálu je prováděno v jedné nebo více obdélníkových hromadách (sektorech) metodou Shell (tzv. „SH“), Cone Shell (tzv. „CS“), Block (tzv. „BC“), Chevron (tzv. „CH“), Strata (tzv. „STR“) a Windrow (tzv. „WIN“) [1].



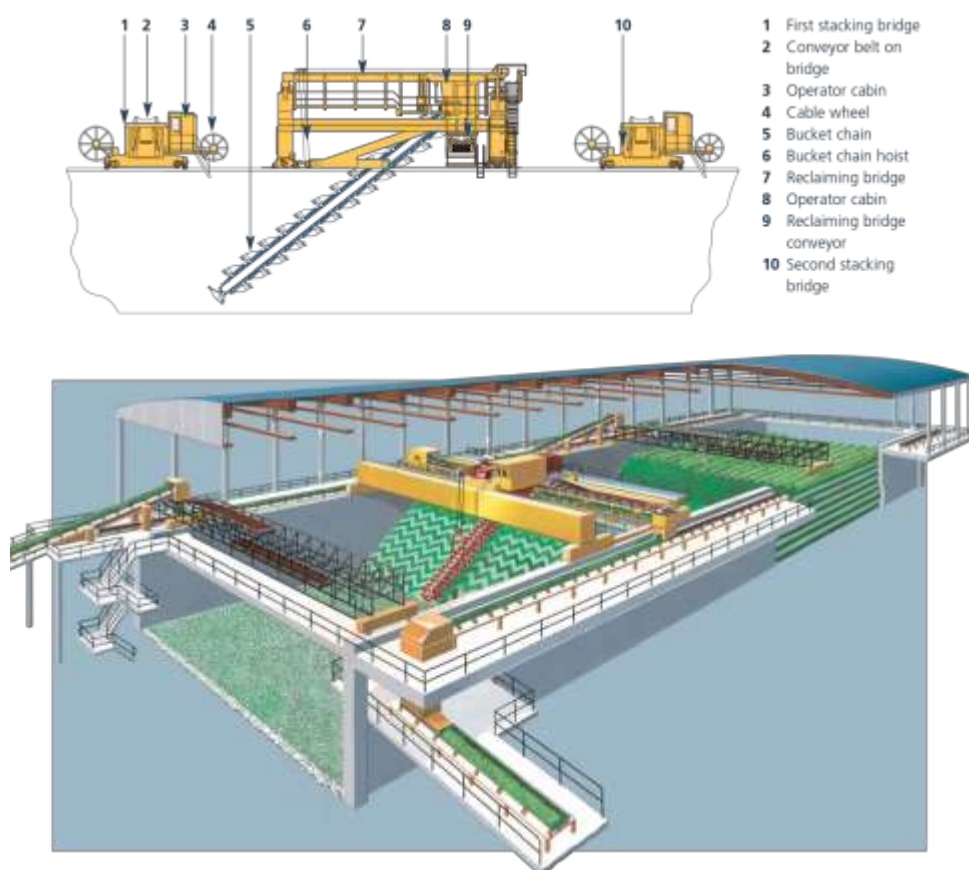
Obrázek 13: Zakládací zařízení s výložníkem a odebírací zařízení s aktivními shrnovacími branami pro podélné skládky [7]

1.4.3 Portálové zakládací zařízení pro podélné skládky – typ BS

Zakládací zařízení je konstrukčně řešeno jako zakládací most neboli portál, který je na obou koncích vybaven podvozkem a pojíždí nad skládkou.

Vstupní zakládaný materiál se dopravuje vstupním skládkovým pásovým dopravníkem běžícím podél jedné strany skládky. Vstupní materiál se dopravuje na horní příčný pásový dopravník na zakládacím mostu (portálu) a pokračuje dále na dolní reverzní kyvadlový dopravník, který sype podélně hromady materiálu.

Zakládání skládkovaného materiálu je prováděno pomocí metody Přesýpané Windrow (tzv. „PWIN“) ve dvou nebo více podélných hromadách. Skládky má standardně dva zakládací mosty – na obou koncích po jednom. Používá se přednostně na lepivé kusové materiály [1].



Obrázek 14: Portálové zakládací zařízení a odebírací portálové korečkové zařízení pro podélné skládky [7]

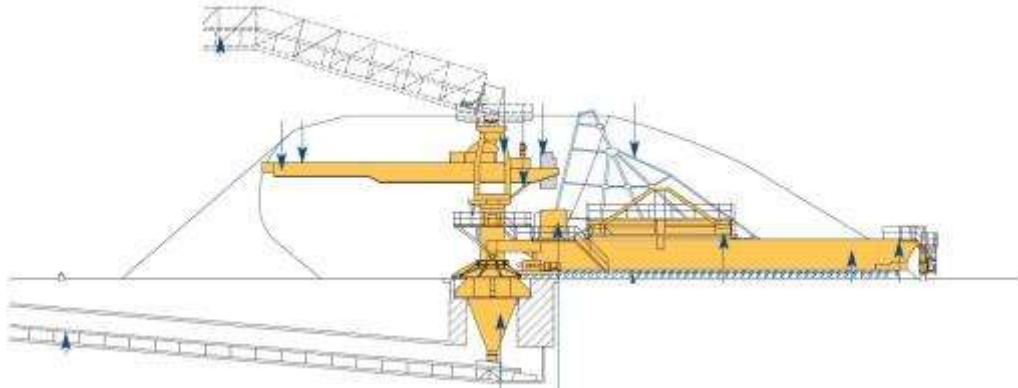
Zakládací vůz (pro skládky PS a OS) – je to pojízdný shazovací vozík, který shrnuje zakládaný materiál ze vstupního průběžného pásového dopravníku, instalovaného podélně nad skládkou, na hromadu skládky. Zakládací vůz se pohybuje podélně po vstupním průběžném pásovém dopravníku nad skládkou.

Zakládání skládkovaného materiálu je prováděno v jedné nebo více obdélníkových hromadách metodou Shell (tzv. „SH“), Cone Shell (tzv. „CS“), Chevron (tzv. „CH“)[1].

1.4.4 Odebírací zařízení se shrnovacími bránami pro kruhové skládky – KS

Odebírání založeného materiálu probíhá po přirozeném sypaném úhlu založeného materiálu z čela hromady skládky za pomoci shrnovacích (hrabacích) bran a hrabacího vozu. Shrnovací brány a hrabací vůz jsou umístěny na hrabacím mostě odebíracího zařízení, který se otáčí ve směru zakládání materiálu zakládacím zařízením kolem centrálního otočného sloupu skládky. Odběr probíhá na druhém konci (čele hromady), než je prováděno zakládání materiálu. Hrabací most odebíracího zařízení materiálu ze skládky je tedy na jednom konci otočně umístěn na centrálním otočném sloupu skládky a na druhém konci (na vnějším obvodu skládky) na podvozku.

Shrnovací pohyby systému hrabacích bran mají za následek sesouvání skládkovaného odebíraného materiálu na základnu, kde se pak pomocí škrabkového řetězu dopravuje materiál do centrálně umístěné výstupní násypky v ose základny skládky. Z výstupní násypky odebraný materiál pak opouští skládku podzemním pásovým dopravníkem. Pro odběr lepkavých skládkovaných materiálů se užívá tzv. aktivních shrnovacích bran (tzv. „živé“ brány) [1].



Obrázek 15: Zakládací a odebírací zařízení kruhové skládky [7]

1.4.5 Odebírací zařízení se shrnovacími bránami pro podélné skládky – PS

Odebírání založeného materiálu probíhá po přirozeném sypaném úhlu založeného materiálu z čela hromady skládky pomocí shrnovacích bran a hrabacího vozu. Shrnovací brány a hrabací vůz jsou umístěny na hrabacím mostě odebíracího zařízení materiálu ze skládky, po kterém se pohybují příčně hromadou skládky, a který je instalován přes celou šířku hromady skládky a zároveň podélně pojíždí skládkou. Pojezd zajišťuje podvozek na obou stranách skládky.

Shrnovací pohyby systému hrabacích bran způsobují sesuv skládkovaného odebíraného materiálu na základnu, kde se pak systémem škrabkového řetězu, umístěného v dolní části hrabacího mostu, dopravuje materiál na výstupní průběžný skládkový dopravní pás, který je instalován podél celé skládky na opačné straně skládky, než vstupní průběžný skládkový dopravní pás.

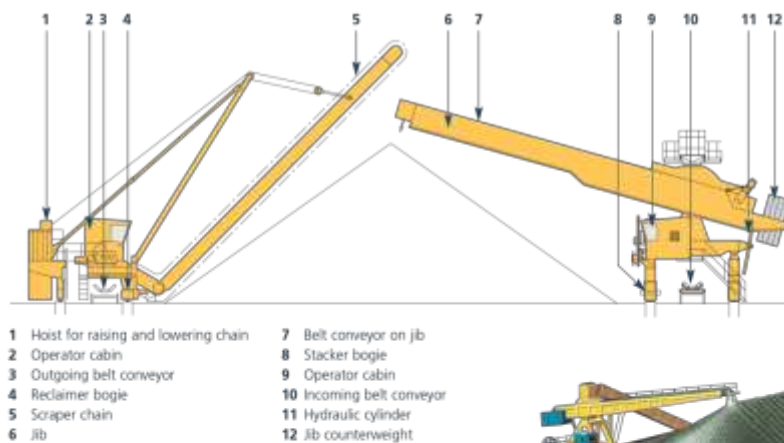
Pro odběr lepkavých skládkovaných materiálů se používá tzv. aktivních

shrnovacích bran (živých brán) [1]. Odebírací zařízení je ilustrováno na obrázku 13.

1.4.6 Odebírací portálové korečkové zařízení pro podélné skládky – BS

Odebírací zařízení je konstrukčně řešeno jako odebírací most (portál), který je na obou koncích vybaven podvozkem. Pojíždí nad celou skládkou. Korečkový systém odběru je zavěšen v pevném úhlu pod odebíracím mostem a pojíždí v příčném směru skládkou.

Odebírání ze skládky probíhá tak, že se podélným pojezdem odebíracího mostu korečkový systém odběru zanoří u boxové zdi na požadovaný řez do čela hromady skládky a následně dojde k odběru materiálu z hromady příčným pohybem korečkového systému po odebíracím mostu s nulovým podélným pojezdem odebíracího mostu. Nový řez se provede u protilehlé boxové zdi opět podélným pojezdem odebíracího mostu, kdy se korečkový systém odběru zanoří u této zdi na požadovaný řez do čela hromady skládky a následně dojde zase k odběru materiálu z hromady skládky příčným pohybem korečkového systému po odebíracím mostu v opačném směru než předchozím. Korečkový systém odběru sype odebraný materiál na dopravní pás odebíracího mostu. Dopravní pás pak dopravuje odebraný materiál na výstupní průběžný dopravní pás, který běží podél skládky a je instalován na opačné straně skládky než vstupní průběžný skládkový dopravní pás.



Provoz skládky pracuje takovým způsobem, že zatímco je jedna hromada zakládána v podélném směru skládkou, druhá je odebírána v pravém úhlu ke směru zakládání [1]. Odebírací zařízení je ilustrováno na obrázku 14.



Obrázek 16: Odebírací zařízení se škrabkovým řetězcem pro podélné skládky [7] (vlevo)

1.4.7 Odebírací zařízení se škrabkovým řetězcem pro podélné skládky – PS a OS

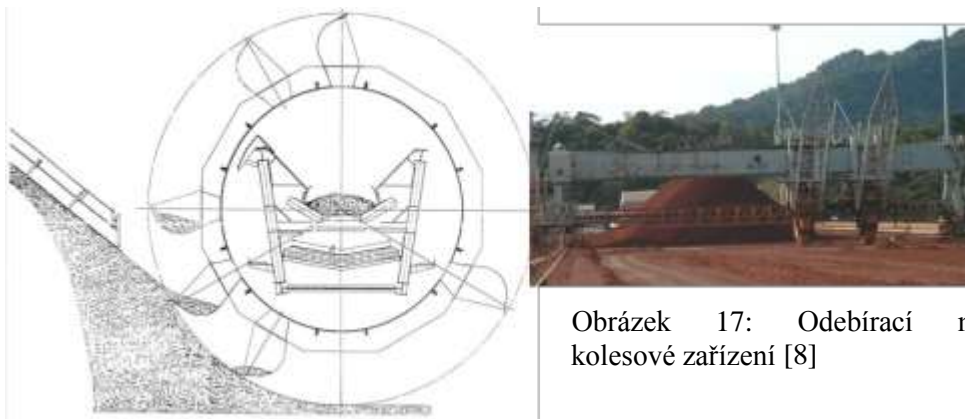
Odebírání založeného materiálu probíhá stíráním založeného materiálu z boku hromady skládky pomocí škrabkového řetězce, který je umístěn na výložníku podvozku odběrového zařízení. Podvozek odběrového zařízení pojíždí podélně skládkou na druhé straně hromady skládky – oproti zakládacím zařízení. Výložník podvozku odběrového zařízení, na kterém je umístěn škrabkový řetězec, se pohybuje ve vertikálním směru (sklápění se nebo zvedání) – sklopení se řídí sklonem boku založené hromady a hloubkou řezu odebrání.

Odebíraný materiál škrabkovým řetězcem se dopravuje na výstupní průběžný skládkový dopravní pás instalovaný podél celé skládky na opačné straně skládky než vstupní průběžný skládkový dopravní pás [1]. Odebírací zařízení se škrabkovým řetězcem je ilustrováno na obrázku 16.

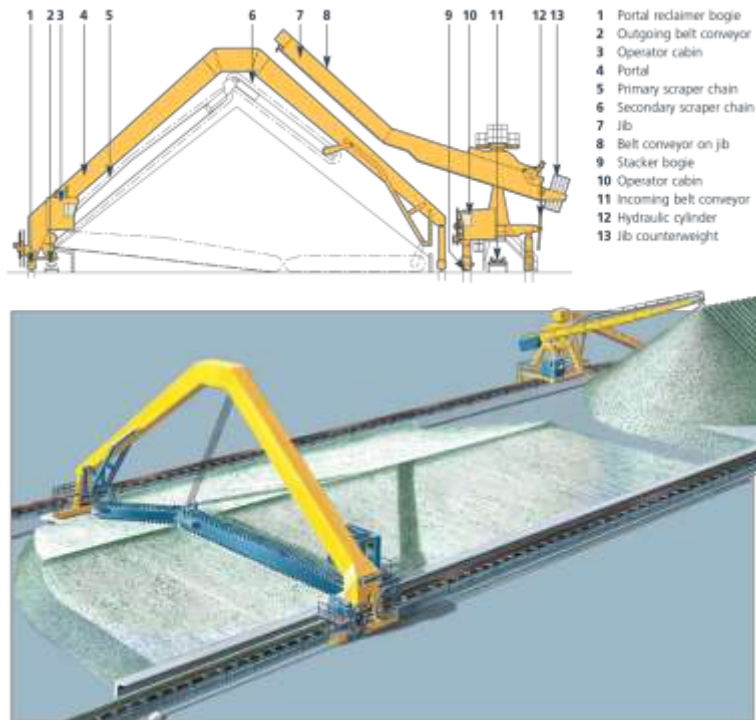
1.4.8 Odebírací portálové zařízení se sekundárním škrabkovým řetězcem pro podélné skládky – PS a OS

Odebírání založeného materiálu probíhá stíráním založeného materiálu z obou boků hromady skládky pomocí dvou škrabkových řetězců, které jsou umístěny na portálu odběrového zařízení. Oba škrabkové řetězce jsou spojeny kloubem. Podvozek portálu odběrového zařízení pojíždí podélně skládkou po obou stranách hromady skládky. Sekundární škrabkový řetězec odebírající materiál ze strany hromady skládky, která je vzdálenější od výstupního průběžného skládkového dopravního pásu, dopravuje odebráný (stíraný) materiál na vrchol hromady. Primární škrabkový řetězec odebírající materiál ze strany hromady skládky, která je bližší výstupnímu průběžnému skládkovému dopravnímu pásu, dopravuje odebráný materiál ze své strany hromady skládky a materiál podávaný sekundárním škrabkovým řetězcem na výstupní průběžný skládkový dopravní pás, který je instalován podél celé skládky na opačné straně skládky než vstupní průběžný skládkový dopravní pás.

Kloub spojující primární a sekundární škrabkový řetězec, se může pohybovat ve vertikálním směru (sklápět se nebo se zvedat) – sklopení se řídí sklonem boků založené hromady a hloubkou řezu odebrání [1]. Odebírací portálové zařízení je ilustrováno na obrázku 18.



Obrázek 17: Odebírací mostové kolesové zařízení [8]



Obrázek 18: Odebírací portálové zařízení se sekundárním škrabkovým řetězcem a zakládací zařízení [7]

1.4.9 Odebírací mostové kolesové zařízení – podélné skládky PS

Odebírací mostové zařízení je řešeno dle konstrukce jako odebírací most (portál) vybavený na obou koncích podvozkem, který pojíždí podél krajů skládky. Na odebíracím mostu je umístěn pojezdový vůz, který nese korečkové koleso. Pojezdový vůz se pohybuje po odebíracím mostu příčným směrem přes hromadu skládky.

Odebírání ze skládky probíhá z čelní strany hromady tak, že otáčející se korečky odběru jsou v pořadí postupně naplněny odebíraným materiálem a vysypány přes skluz do násypky pásového dopravníku, který je umístěn na odebíracím mostě (portálu). Odebraný materiál se pak dopraví na výstupní průběžný dopravní pás, běžící podél skládky.

Před korečkovým kolesem je nastavitelná brána, která zachovává plný rovný čelní řez hromady skládky v lehce mělčím úhlu než je přirozený sypný úhel odstoupení korečkového kola od odebíraného materiálu. Tímto způsobem brána zajistí sesypávání skládkovaného odebíraného materiálu dolů čelním řezem hromady skládky řízeným způsobem do blížícího se korečku [1]. Odebírací mostové kolesové zařízení je na obrázku 17.

1.4.10 Kombinovaná zakládací a odebírací zařízení (universální kolesové skládkové stroje) pro podélné skládky – PS

Universální kolesové skládkové stroje jsou kombinovaná strojní zařízení, která zakládají a odebírají skládkovaný produkt na skládku a ze skládky. Jsou opatřena

otočným výložníkem a korečkovým odebíracím kolem pro odebírání produktu ze skládky. Kolesové skládkové stroje slouží k zakládání a odebírání sypkých materiálů venkovních skládek.

Z výše uvedeného textu tedy víme, že stroj plní dvě funkce:

1. **Zakládání materiálu na skládku** - skladovaný materiál (produkt) je na skládkový stroj dopravován vstupním průběžným skládkovým pásovým dopravníkem vedeným pod strojem, který zároveň prochází strojem. Tímto dopravníkem je materiál pomocí shazovacího vozu a přesypu usměrněn na reverzní výložníkový pás stroje. Materiál volně padá z reverzního výložníkového pásu přes hranu vratného bubnu na skládku. Shazovací vůz je ještě vybaven zařízením, pro možnost směřování pouze určité části objemu zakládaného materiálu na reverzní výložníkový pás stroje, což umožňuje částečné nebo úplné propouštění materiálu skládkovým strojem, bez jeho uložení na skládku (tzv. „propouštění“) [1].
2. **Odebírání materiálu ze skládky** - skladovaný materiál (produkt) je pomocí bezkomorového kola odebírán z hromady a pomocí výsypky kola usměrnován na reverzní výložníkový pás stroje. Výsypkou ve středu stroje se odebraný materiál sype na skládkový dopravní pás procházející dopadovým roštem stroje, kterým je odváděn ze skládky. Tato technologie skládkového stroje pak umožňuje přisypávat odebíraný materiál k procházejícímu materiálu po skládkovém dopravním pásu [1].

Universální kolesový skládkový stroj tedy může pracovat v pěti režimech provozu:

- úplné zakládání (tzv. „depo“) dopravovaného materiálu skládkovým dopravním pásem na skládku,
- úplné propouštění (tzv. „propouštění“) dopravovaného materiálu skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj bez zakládání,
- kombinované částečné zakládání dopravovaného materiálu skládkovým dopravním pásem na skládku a částečné propouštění dopravovaného materiálu skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj bez zakládání (tzv. „depo + propouštění“),
- odebírání (tzv. „redepo“) skládkovaného materiálu ze skládky na prázdný skládkový dopravní pás,
- kombinované částečné odebírání skládkovaného materiálu ze skládky a jeho přisypávání k částečně propouštěnému dopravovanému materiálu skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj (tzv. „redepo + propouštění“) [1].

Existují dva pracovní režimy pro zakládání a odebírání, a to srpovitá technologie a pojezdová technologie. Při použití srpovité technologie je při zastaveném pojezdu stroje otáčeno proměnnou rychlostí výložníkem stroje tak, aby skládka měla při zakládání požadovaný zadaný tvar a při odebírání materiálu byl výkon stroje co nejvíce konstantní. Při každé reverzaci otáčení výložníku dojde automaticky k pojezdu stroje

o tloušťku "srpu" ukládaného materiálu. Při pojezdové technologii se pojíždí se skládkovým strojem konstantní rychlostí po celém vybraném úseku skládky, přičemž výložník stroje je v požadované poloze. Tento způsob zakládání a odebrání skladovaného materiálu je ale energeticky náročnější.

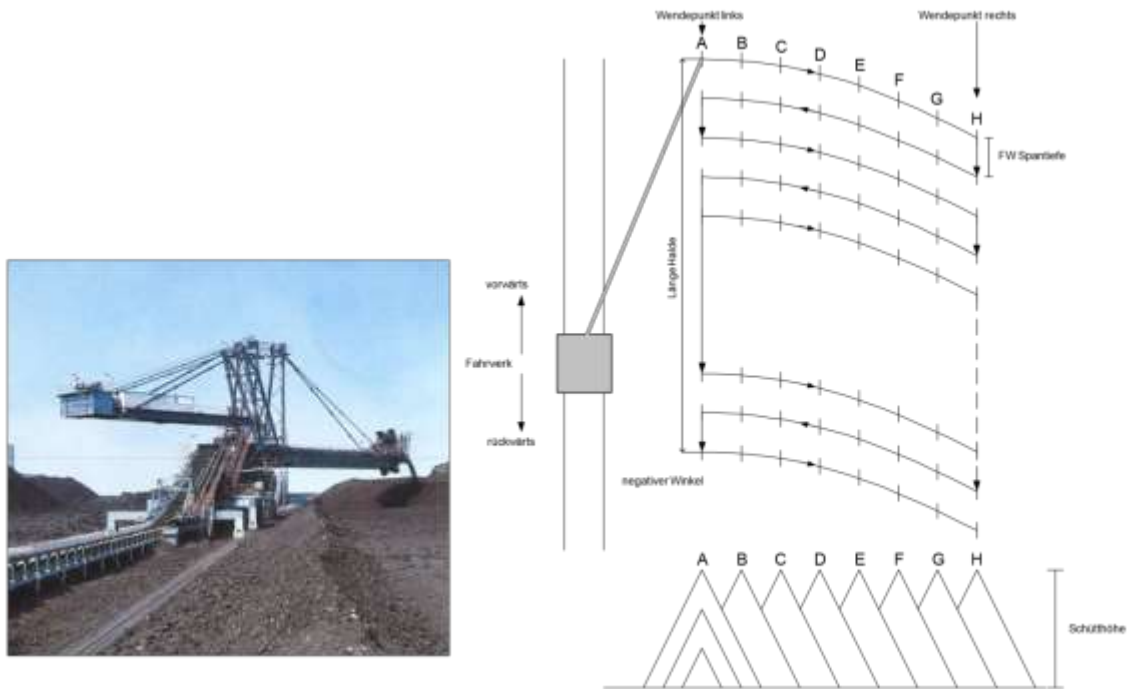
Složení stroje je následující: podvozek, pojíždějící na kolejích, mezi kterými je veden průběžný skládkový dopravní pás, ocelová konstrukce, otočná vrchní stavba, spodní stavba, kolesový výložník, bezkomorové koleso, střední pylonu, vyvažovací výložník, mezipas a smyčkový vůz.

Pohon kola, otáčení horní stavby a pohony pásových dopravníků je možno osadit elektromotory s převodovkami, ale i hydraulickým pohonem s hydraulickou stanicí umístěnou na horním kruhovém nosníku. Pouze pohon pojezdu stroje je vždy řešen pomocí elektromotorů s převodovkami řízený pomocí frekvenčních měničů.

Stroj má kabinu řidiče umístěnou na špici výložníku vedle kola, která může být výškově nastavitelná podle potřeb obsluhy.

Skládkový stroj je standardně dodáván jako poloautomatický s dohledem obsluhy.

Zakládání skládkovaného materiálu se děje v jedné nebo více obdélníkových hromadách (sektorech) metodou zakládání Shell (tzv. „SH“), Cone Shell (tzv. „CS“), Block (tzv. „BC“), Chevron (tzv. „CH“), Strata (tzv. „STR“) a Windrow (tzv. „WIN“) [1]. Kombinace otoče (srpu) a pojezdu je na obrázku 19.



Obrázek 19: Kombinace otáčení (srpu) a pojezdu [8]

2 NÁVRH MĚŘICÍCH ZAŘÍZENÍ

V této části se pojednává o výběru senzorů pro měření geometrie a stavu zakládaného materiálu neboli skládky.

Při výběru měřicích zařízení je nutné respektovat podmínky, ve kterých bude měřicí zařízení umístěno a při nichž bude operovat. Jelikož se stroje, na nichž budou snímače umístěny, nacházejí v exteriéru, budou na ně působit povětrnostní vlivy, jako jsou změny teplot, změny počasí, vlhkosti, tlaku apod. Při pokládání nebo odebrání založeného materiálu bude narůstat prašnost prostředí, kterou budou muset snímače ustát, a navíc na ně tato prašnost nesmí působit z hlediska kvality měření. Prašnost by neměla zkreslovat výsledek změřené geometrie skládky.

2.1 Měření stavu skládky

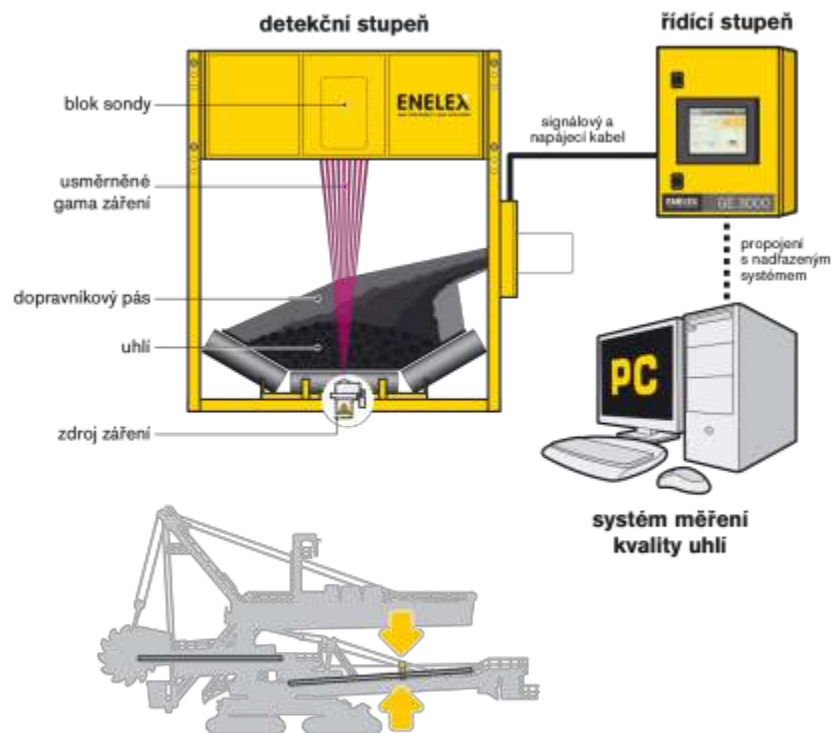
Stav skládky. Tímto výrazem je myšleno v jakém stavu se daná skládka nachází z hlediska množství založeného či odebraného materiálu (produktu). Zároveň je tím také myšleno, jaké kvality je založený materiál. Například, pokud se jedná o uhlí, zjišťuje se popelnatost daného objemu, z níž lze pak určit výhřevnost. Pro stanovení takové kvality je určeno následující zařízení.

2.1.1 Gamapopeloměr GE 3000

Tento přístroj umožňuje měřit hodnoty obsahu nespalitelných látek tzv. *popelovin* v reálném čase přímo na běžícím dopravníkovém pásu. Princip, na jakém gamapopeloměr funguje, využívá metodu vyhodnocování útlumu gama záření o dvou různých energiích v závislosti na obsahu nespalitelných látek v uhlí. Detektor je umístěn na nosném rámu nad dopravníkovým pásem. Detektor je složen ze dvou radioaktivních zářičů uložených v ochranném kontejneru, který je umístěn pod dopravníkovým pásem, a inteligentní matematickou jednotkou. Detekční stupeň je konstruován tak, aby byla zaručena maximální bezpečnost osob, které se kolem zařízení pohybují. Měřicí paprsek radioaktivního záření je směřován kolmo k dopravníkovému pásu, takže pohyb osob tak není ničím omezen. Zařízení obsahuje dotykový display, kterým lze ovládat a sledovat stav měřeného materiálu. Ve skříňce zařízení jsou k dispozici komunikační rozhraní, analogové a digitální vstupy a výstupy. K řídicí jednotce lze připojit různé zobrazovací terminály nebo více gamapopeloměrů. Naměřená data jsou automaticky archivována pro zpětné zpracování [9].

Funkce popeloměru:

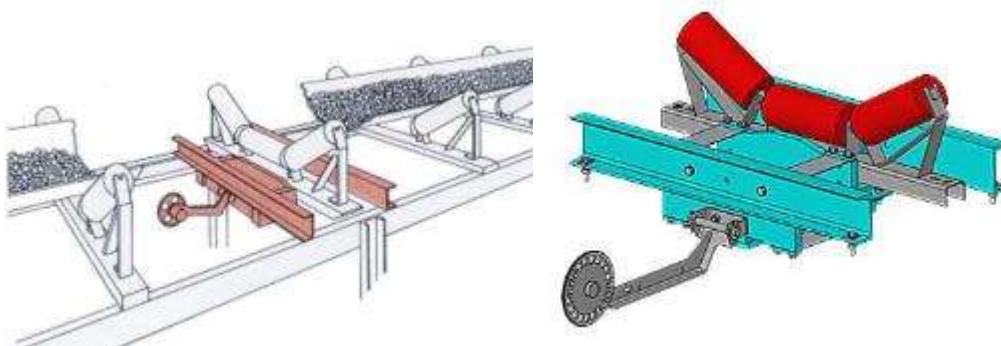
- Kontinuální vyhodnocení popelnatosti a výhřevnosti uhlí
- Sledování prošlého množství paliva
- Sledování výšky vrstvy měřeného média
- Měření za nastavený časový úsek (tzv. kumulovaná hodnota)
- Blokování měření při zastavené technologii
- Předvolba kalibračních závislostí
- Režim automatického spuštění



Obrázek 20: Schéma gamapopeloměru [9]

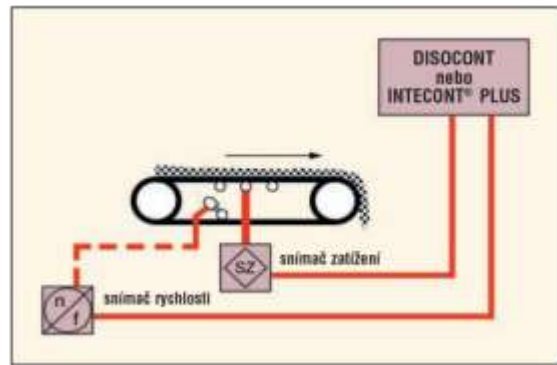
2.1.2 Kontinuální pásová váha

Kontinuální pásové jednoválečkové váhy, zde konkrétně typu MULTIBELT BEP, slouží ke kontinuálnímu proměnnému měření sypkých materiálů na pásových dopravnících. Je možné je použít pro dopravní výkony do 6 000 t/h. Maximální přesnost je až do $\pm 0,5\%$. Tyto váhy jsou koncipovány pro vestavbu do kontinuálně pracujících pásových dopravníků. Pásová váha zaznamenává, přes snímač zatížení, hmotnost materiálu na určité části pásu, kde je nainstalována. Přes snímač rychlosti je pak měřena rychlost pohybu pásu. Součin těchto dvou změřených hodnot udává aktuální dopravní výkon. Integrací přepravovaného množství získáme dopravní množství. Chyby vážení, které se zde vyskytují, bývají udávány k okamžité hodnotě přepravovaného množství a bývají až řádově vyšší než u vah statických [10].



Obrázek 21: Kontinuální pásová váha, vpravo detail [10]

Pokud přepravujeme sypké hmoty, využíváme pro to nejčastěji pásový dopravník. Pokud tomuto pásovému dopravníku odstraníme jednu nebo více řad válečků, můžeme místo nich opatřit váhu snímači zatížení. Snímáme tak vertikální síly vyvozované dopravníkovým pásem a úměrné jeho zatížení.



Obrázek 22: Princip pásové váhy [11] →

Principiální schéma uspořádání pásové váhy je zobrazeno na obrázku 11. Okamžité přepravované množství můžeme vypočítat pomocí následujícího vzorce:

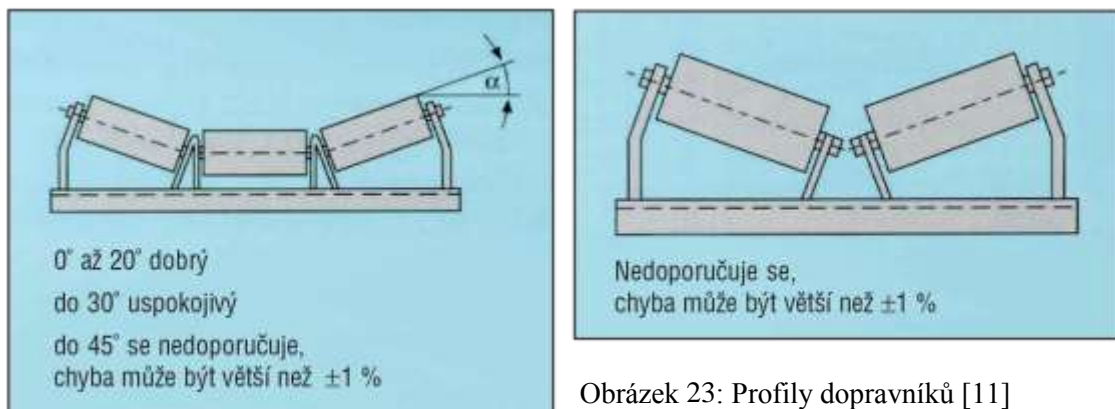
$$P = \frac{q \cdot v}{l} = \frac{q \cdot l}{l \cdot t} = \frac{q}{t} \quad [\text{kg/s}] \quad (1)$$

kde q je zatížení pásu, l je délka dopravníku a v je rychlost dopravníku.

Celkové množství přepravovaného materiálu získáme integrací předchozího vzorce:

$$M = \int_0^t P dt \quad [\text{kg}] \quad (2)$$

Kontinuální váhy jsou schopné přepravit od 100 kg/h až do 20 000 t/h při šířce pásu 400 – 2000 mm. Maximální statická chyba váhy se pohybuje okolo 0,1 %. Provozní hodnoty chyb se pohybují od 0,25 % do 2 %, zde záleží na daném typu váhy, materiálu a dalších okolnostech. Dopravník s pohyblivým se materiálem musí být v klidu, aby mohlo dojít ke správnému měření, proto se umísťují tyto váhy do vzdálenosti 2 až 5 m od přesypů nebo začátku popř. konce pásu. Pokud je sklon pásu příliš velký, dochází k tzv. virtuálnímu pohybu sypkého materiálu, a tak jeho vícenásobnému vážení, což je zdrojem chyb. Tento pohyb bohužel nelze nijak zkalibrovat. Maximální sklon se proto doporučuje v rozmezí 15° až 20°. Váhu lze umístit i do pásu s proměnným sklonem, zde se pak počítá s korekčním koeficientem, který je závislý na daném sklonu pásu. Pro minimalizaci vlivů pásu na vážení materiálu je nutné zajistit jeho konstantní napínání, nejlépe gravitační (pružinové je nestabilní). Optimální profil dopravníku je na obrázku 23 vlevo a nevhodný profil je na obrázku vpravo. Rychlost pohybu pásu může být zadána konstantně nebo může být snímána instalovaným snímačem rychlosti, což je samozřejmě přesnější [11].



Obrázek 23: Profily dopravníků [11]

Kalibraci pásových vah lze provést několika způsoby:

Nejjednodušším způsobem je kalibrace *statickým závažím* zavěšeným na vážní most. Tato kalibrace je ovšem nejméně spolehlivá. Lze takto nastavit relativně přesně statický převodní koeficient, ale ne už dynamické parametry.

Přesnější metoda je tzv. *kalibrační řetězec*, který se klade přímo na pás.

Firma, jež vlastní konkrétní váhu Multibelt BEP má ještě vlastní metodu kalibrace. Vyhodnocovací jednotky Schenck disponují programem, který umožňuje *teoretickou kalibraci založenou na empirických vztazích*, získaných předchozími zkušenostmi. U standartních materiálů a vah se dosahuje uspokojivých výsledků.

Nejpřesnější metoda kalibrace je tzv. *materiálová zkouška*, která je ale komplikovaná. Probíhá zde mnoho nastavování a ověřování kalibračních parametrů. Kalibrace probíhá tak, že se převezde dané množství materiálu, které bylo zváženo staticky a poté je převezeno přes seřizovanou váhu. Měření probíhá minimálně 10 až 20 minut. Poté jsou parametry na základě změřených výsledků zkorigovány. Postup lze opakovat až do uspokojivé shody. Metodu ale nelze použít pro pásy s vysokým přepravním výkonem, protože převážení i několika tisíc tun je vyloučeno. U extrémně dlouhých pásů bývají také problémy, protože trvá velmi dlouho, než se celý pás vyprázdní [11].

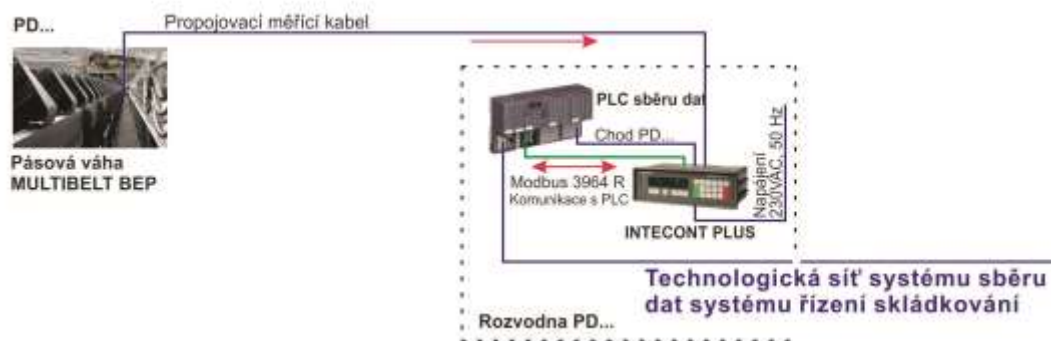
Kontinuální pásová váha je vybavena kompaktní vyhodnocovací elektronikou INTECONT PLUS pro kontinuální měřicí systémy. Vyhodnocovací elektronika je dodávána v provedení určeném pro zabudování do panelu rozvaděče nebo včetně vlastní nástěnné skříňe pro instalaci v místě montáže. Obsluha zařízení je umožněna přes klávesnici, rozdělené podle obslužných a servisních funkcí. Pro zobrazování výsledků je na jednotce dvouřádkový display. Vyhodnocovací elektronika je spojena s kontinuální vahou pomocí speciálního měřicího kabelu. Pro připojení vyhodnocovací elektroniky do nadřazeného systému slouží komunikační moduly ve standardech – Modbus 3964 R (S5) - zde, Profibus DP, DeviceNET, Ethernet MODBUS/TCP, Ethernet/IP [12].

Měřicí zařízení pásové váhy s válečkovou měřicí stolicí je umístěno přímo na pásovém dopravníku. Vyhodnocovací elektronika INTECONT PLUS bude umístěna v elektro rozvodně příslušného pásového dopravníku, viz obrázek 24. Přenášená data z měření pásové váhy:

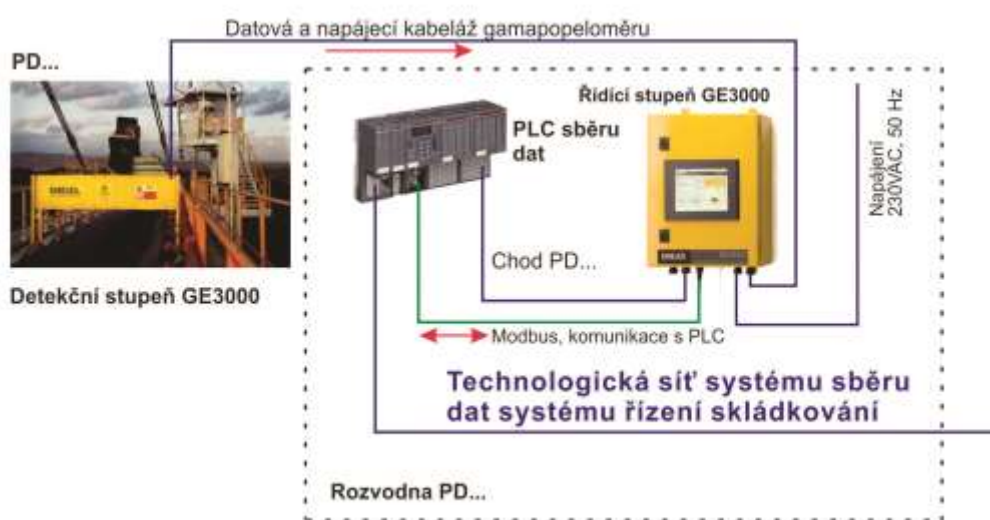
- Dopravované množství po pásovém dopravníku [tuna/hod.]
- Celkové prošlé množství přes pásovou váhu [tuna]
- Porucha (stav měření) pásové váhy
- Stav komunikace s pásovou vahou (Korektní/Porucha)



Obrázek 24: Vyhodnocovací elektronika Intecont Plus [12]



Obrázek 25: Schématické propojení kontinuální váhy se systémem řízení [1]

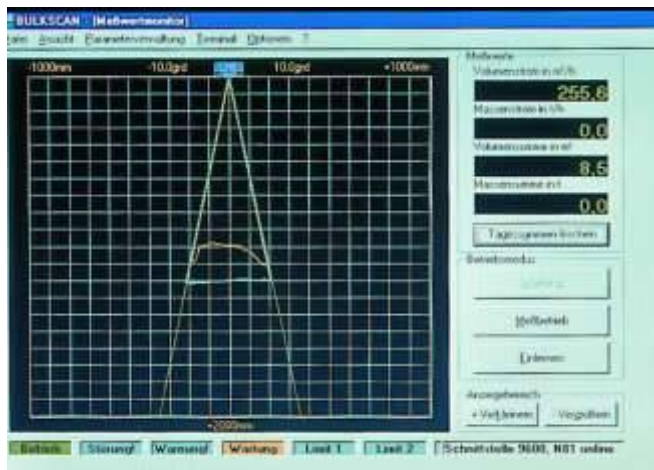


Obrázek 26: Schématické propojení gamapopeloměru se systémem řízení [1]

2.1.3 Sick Bulkscan

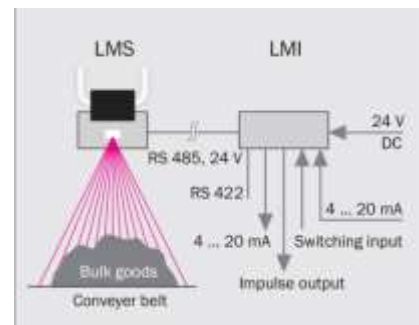
Třetím typem měřicího zařízení pro zjištění stavu skládky je snímač společnosti Sick. Tento snímač dokáže měřit objemovou kapacitu v podstatě jakéhokoliv sypkého materiálu na dopravníkových páslech a dokáže tak určit objem materiálu, který je uskladněn. Měřené hodnoty z takového snímače mohou být pak užitečné pro kontrolní a regulační účely. Princip měření tohoto snímače je následující:

LMS senzor (ilustrován na obrázku 27) pracující na principu tzv. *time-of-flight* měření, což je jednoduše měření doby letu - zde měřicího paprsku. Pulsovaný laserový paprsek, který je hlavním činitelem měření, narazí na objekt - zde určitý typ sypkého materiálu a poté se odrazí zpět ke zdroji, kde je registrován. Čas, mezi vysláním a přijetím paprsku, je přesně úměrný vzdálenosti mezi snímačem a měřeným objektem. Kontury snímaného objektu jsou určeny ze sekvence přijatých impulsů. Paprsek, emitovaný snímačem, je odchylován pomocí rotujícího zrcátka, a tak je možné měřit rozsah celého materiálu na dopravníkovém pásu přesně, jak je zobrazeno na obrázku 28 [18].



Obrázek 27: Programové rozhraní [18]

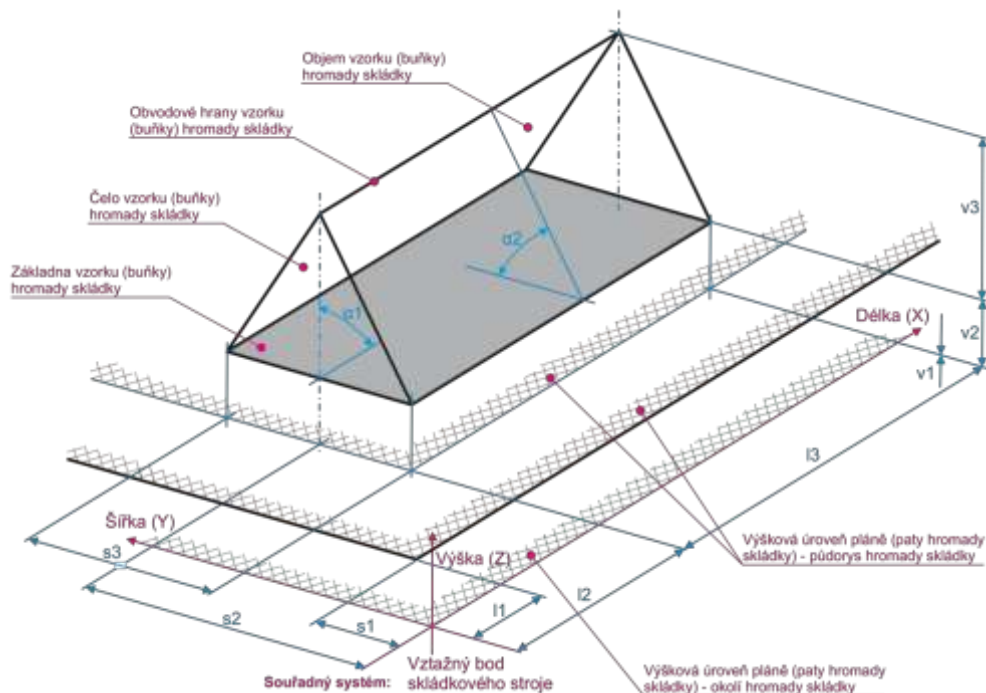
Data ze snímače jsou přenášena do vyhodnocovací jednotky LMI přes sériové rozhraní RS422. Objem či kapacita materiálu na dopravníkovém páse může být vyhodnocována kdykoliv, ovšem až při spolupráci s dalšími informacemi, jako je rychlost dopravníkového pásu (analogová nebo digitální hodnota) nebo hustota daného sypkého materiálu (analogová hodnota). Na obrázku 29 je znázorněno rozhraní programu snímače Bulkscan, kde si lze všimnout aktuálně snímaných dat – aktuální objemový „průtok“ [m^3/h] v [mA], aktuální výkon pásového dopravníku [t/h] v [mA], objem [m^3] [18].



Obrázek 29: Diagram systému [18]



Obrázek 28: Umístění snímače [18]



Obrázek 30: Základní definice vzorku v hromadě [1]

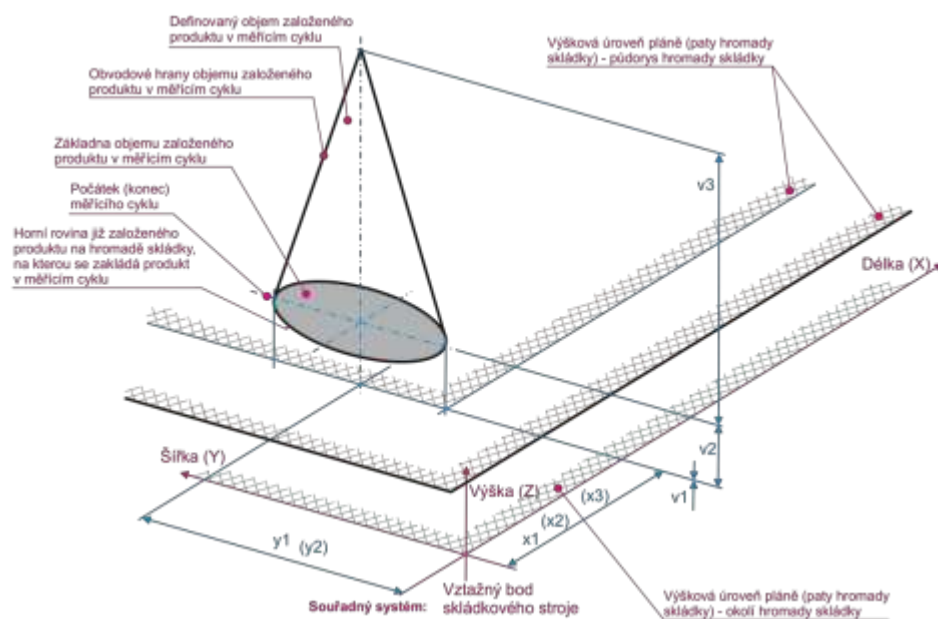
2.2 Měření geometrie skládky

Při měření geometrie skládky je nutné si ujasnit, co znamená geometrie. Stanovíme si základní prostorovou objemovou buňku hromady skládky, je zobrazena na obrázku 27. Je tedy třeba měřit zakládání rozměry v ose „X“, „Y“ a „Z“, a protože budou jednotlivá měření probíhat v určitém měřicím intervalu (např. 1 minuta), musíme měřené veličiny zakládání geometrie vzorku (buňky) vykazovat na začátku a konci měřicího intervalu. Pro jednotlivé metody zakládání skládkovaného materiálu (produktu) stanovíme potřebné měřené veličiny zakládání geometrie.

Tabulka 10: Legenda k obrázku 30 - Základní definice vzorku v hromadě [1]

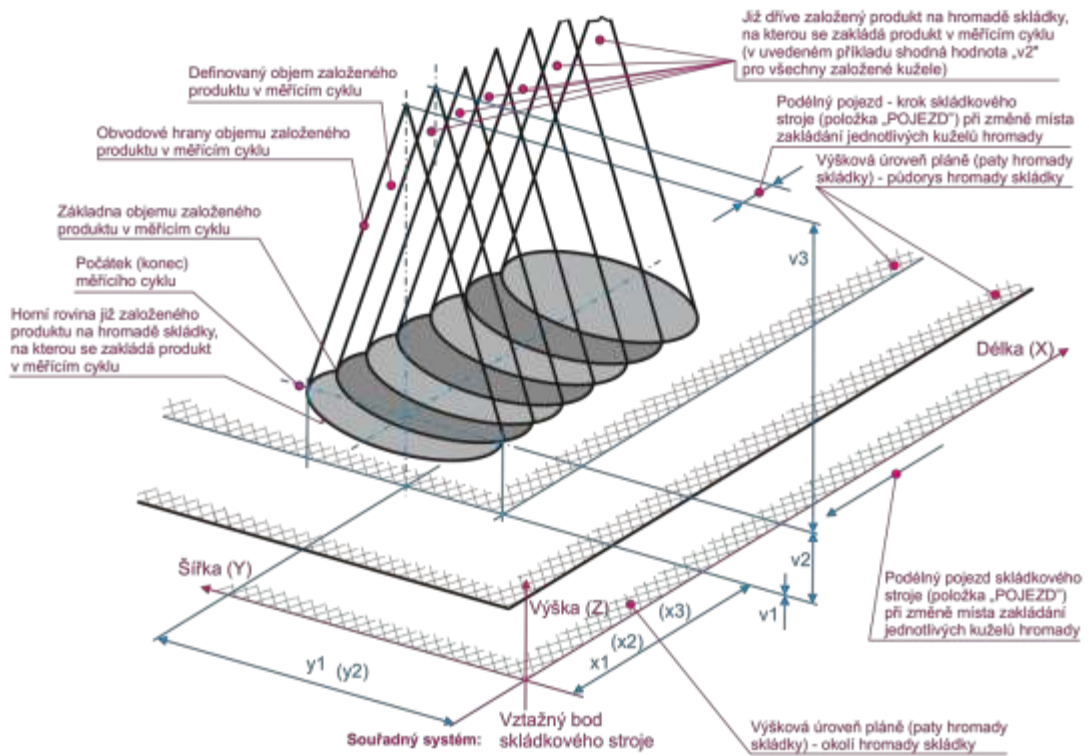
Rozměr, popis	Označení rozměru
Posun paty čela hromady ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „X“ [m]	l1
Vzdálenost čela vzorku (buňky) ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „X“ [m]	l2
Délka vzorku (buňky) v ose „X“ [m]	l3
Posun paty boku hromady ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „Y“ [m]	s1
Vzdálenost osy čela vzorku (buňky) ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „Y“ [m]	s2
Šířka základny vzorku (buňky) v ose „Y“ [m]	s3
Výškový posun úrovně pláně (paty hromady skládky) ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „Z“ [m]	v1
Vzdálenost základny vzorku (buňky) ke vztažnému bodu skládkového stroje v ose „Z“ [m]	v2
Výška vzorku (buňky) v ose „Z“ [m]	v3
Úhel svírající čelo vzorku (buňky) se základnou vzorku (buňky). Hodnota = 90 (o).	α_1
Úhel svírající boční plocha vzorku (buňky) se základnou vzorku (buňky). Hodnota = sypný úhel materiálu (o).	α_2

Shell (SH) – samostatný kužel



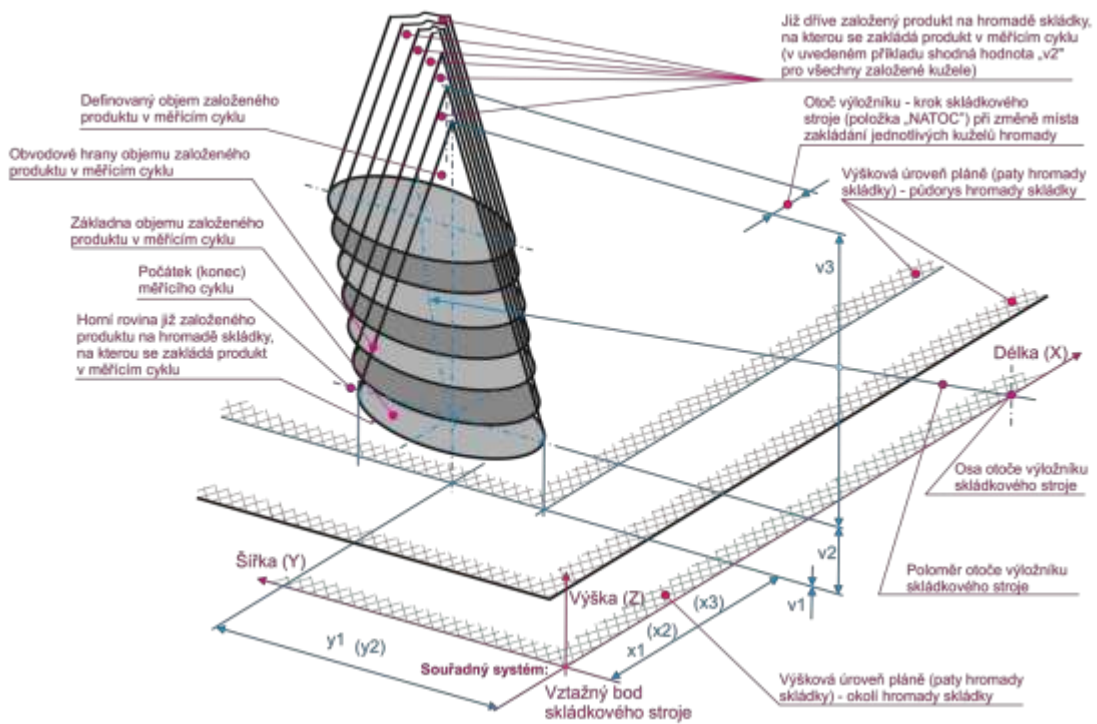
Obrázek 31: Definovaný objem pro Shell [1]

Cone Shell (CS) – podélná kuželová skořápka



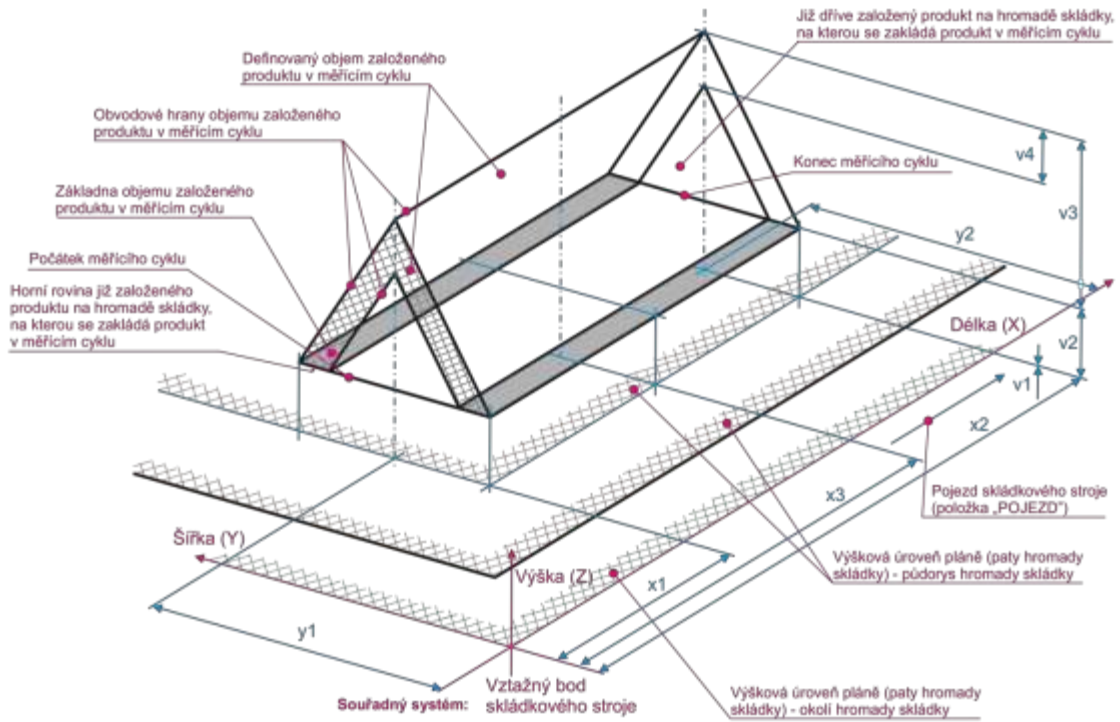
Obrázek 32: Definovaný objem pro Cone Shell [1]

Block (BC) – oblouková kuželová skořápka



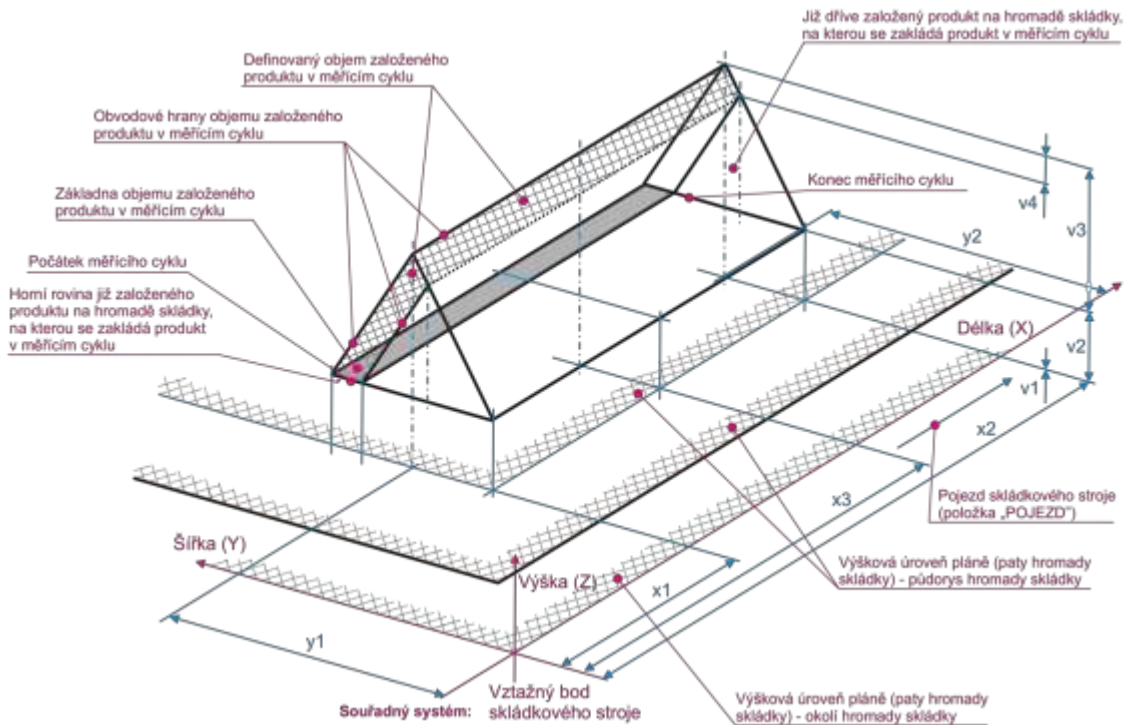
Obrázek 33: Definovaný objem pro Block [1]

Chevron (CH) – Krokev



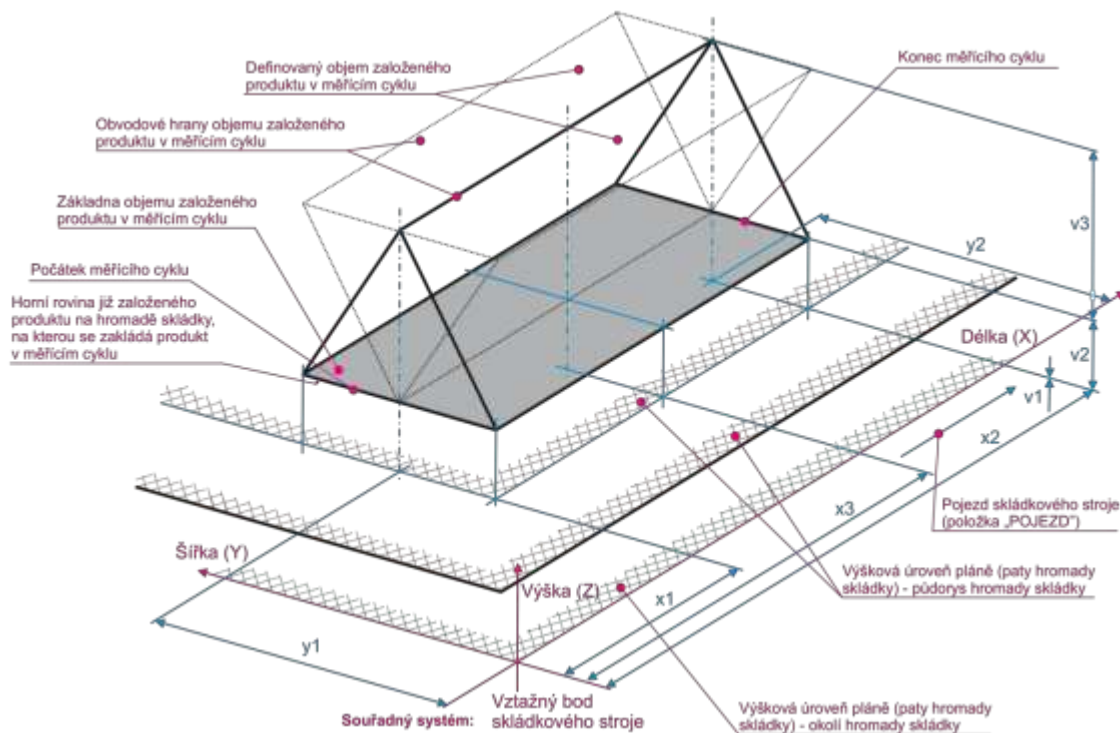
Obrázek 34: Definovaný objem pro Chevron [1]

Strata (STR) – boční vrstvy



Obrázek 35: Definovaný objem pro Strata [1]

Windrow (WIN) a Přesýpané Windrow (PWIN) – řádky a přesýpané řádky



Obrázek 36: Definovaný objem pro Windrow a Přesýpané Windrow [1]

2.2.1 Měřené veličiny

Abychom mohli správně vybrat čidla pro měření, je nutné znát veličiny, které budeme měřit v technologii skládkování. Zde jsou uvedeny všechny potřebné veličiny, které je nutné změřit, pro stanovení geometrie skládky. Nyní zde není rozvedeno, kde konkrétně bude uvedené měření potřebné, uvedeno bude později.

- Měření úhlu otoče výložníku stroje od nulové polohy – předpokládejme buď analogový výstup měřicího zařízení (čidla) nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = úhel otoče. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření úhlu zdvihu výložníku stroje od horizontální roviny – předpokládejme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = úhel zdvihu. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření pojezdu zakládacího zařízení podél hromady skládky – předpokládejme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = podélná vzdálenost. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření výšky zakládání materiálu.

- Měření příčného pojezdu pojezdového dopravního pásu – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = příčná vzdálenost. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Informace o směru pohybu příčného pojezdu pojezdového dopravního pásu.
- Měření úhlu otoče mostu odběrového zařízení od nulové polohy – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = úhel otoče mostu. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření vzdálenosti hrabacího mostu od osy skládky – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = vzdálenost. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření úhlu zdvihu hrabacích bran od horizontální roviny (tato hodnota bude měřena, pokud může dojít ke změně úhlu sklonu hrabacích bran) – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = úhel zdvihu. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření příčné vzdálenosti hrabacího mostu – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = příčná vzdálenost. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření podélné vzdálenosti hrabacího mostu od začátku skládky – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = podélná vzdálenost. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy.
- Měření úhlu zdvihu škrabkového řetězu od horizontální roviny – předpokládáme buď analogový výstup měřicího zařízení, nebo digitální informaci určitého indukčního čidla s nápočtem pulsů proti mechanické cloně = úhel zdvihu. V každém případě jedno čidlo s indikací výchozí/kalibrační polohy. [1]

Radarová čidla

Tato čidla budou určena pro měření výšky hromady. Radarová jsou pro naši aplikaci ideální, protože na ně nemá vliv prašnost prostředí, která se zde vyskytuje. Jsou to ale jedny z nejdražších čidel na trhu, a proto to nebudou jediná navržená čidla pro zjištění výšky hromad. Správný název pro tyto snímače je „radarové hladinoměry“, jsou určeny ke snímání výšky hladiny nejen sypkých materiálů. Používají kontinuálního režimu s lineární časovou změnou kmitočtu. Směšováním odražené a vyslané vlny vznikne signál, jehož frekvence je funkcí časového zpoždění, tj. měřené vzdálenosti.

2.2.2 Sitrans LR560

Je to bezkontaktní hladinoměr, pracující na principu frekvenční modulace kontinuální vlny FMCW. Hladinoměr má dvou vodičové připojení a dosah až 100 metrů. Při své činnosti vysílá úzký kuželový paprsek s vrcholovým úhlem 4° , což umožňuje minimalizaci rušivých odrazů od stěn a vnitřních konstrukcí v silě. Přístroj tak lze instalovat na téměř libovolné místo na střeše sila. Nicméně podle informací pracovníků firmy Siemens lze tento hladinoměr použít i do otevřených prostor, jelikož splňuje normu EN 302 729. Jeho pracovní frekvence je 78 GHz, což umožňuje, díky krátké vlnové délce, kvalitní odraz od sypkých materiálů, které mají i velmi strmé sypné úhly. Snímač má nahoře malý display s průvodcem, pomocí něhož lze nastavit snímač během krátké doby. Na dálku se konfiguruje a diagnostikuje v softwarovém prostředí Siemens Simatic PDM (Process Device Manager), Emerson AMS nebo PACTware, vše s použitím modulu Siemens DTM (Device Type Manager). Výhodou také je, že nevyžaduje žádné dodatečné seřizování. Podporuje také rozhraní *Profibus PA*, které budeme používat v naší aplikaci. Snímač se dodává i s čočkovou anténou uzpůsobenou k malé náchylnosti na usazeniny. Při silně ulpívajících sypkých materiálech lze využít vestavěné profukovací zařízení. Pro případ potřeby je k dispozici stavitelná příruba umožňující nasměrovat měřicí paprsek na potřebné místo [13].



Obrázek 37: Sitrans LR560 [13]

2.2.3 Sitrans LR460

Je to radarový snímač výšky hladiny, pracující na principu FMCW o pracovní frekvenci 24 GHz. Je určen pro obzvláště složité aplikace v oblasti sypkých materiálů, je také odolný vůči extrémní prašnosti nebo vysokým teplotám a má dosah až 100 metrů. Snímač dokáže měřit hladiny mnohých druhů sypkých materiálů, např. cementového prachu, popílku, sádry, mouky, obilí, agregátů či plastů. Pro zamezení zeslabení radarového signálu, používá přístroj při snímání výšky hladiny elektromagnetické vlny. Software Process Intelligence automaticky rozezná změnu sypného úhlu materiálu a změny fyzikálních vlastností sila. Snímač lze ovládat pomocí průvodce pro rychlý start nebo vzdáleně pomocí softwaru Simatic PDM. Spolehlivé měření umožňuje malá trychtýřová anténa o průměru 100 mm, parabolická anténa není potřeba. Snímač lze také lehce nasměrovat, pokud je potřeba, pomocí příruby. Na přání lze přístroj vybavit protiprachovou ochranou a samočisticí oplachovací přípojkou, které anténu chrání před usazováním materiálu [14].



Obrázek 38: Sitrans LR460 a LR260 [14]

2.2.4 Sitrans LR260

Další variantou je snímač Sitrans LR260, který má velmi podobné vlastnosti jako LR460. Dokáže také pracovat v extrémních podmínkách (prašnosti, teplotách,...). Snímač má ovšem o něco horší parametry, ale proto je také levnější. Pracuje na vyšší frekvenci, 25 GHz. Jeho dosah je menší, pouze 30 metrů. Ostatní vlastnosti jsou srovnatelné s LR460.

2.2.5 Vegapuls SR68

Vegapuls SR68 bude také jedna z možností mezi radarovými snímači. Je určen pro měření výšky hladiny sypkých materiálů v náročných podmínkách (tlak, teplota, plyny či prach). Využívá krátké mikrovlnné impulsy s frekvencí C nebo K-pásma. Jeho měřicí rozsah je 30 metrů. Používá dvou vodičový, čtyřvodičový výstup i digitální verzi, a to Profibus PA. Nastavování snímače je možné pomocí modulu s displejem PLICSCOM nebo pomocí PC s využitím programu PACTware a odpovídajících ovladačů DTM [15].



Obrázek 39: Vegapuls SR68 [15]

Ultrazvuková čidla

Ultrazvuková čidla používají k měření ultrazvukové vlnění. Měření spočívá ve vyslání ultrazvukového vlnění ze snímače, snímač čeká, než se odražená vlna vrátí a poté podle časového intervalu, po jakou vlna letěla tam a zpět ke snímači vypočítá vzdálenost měřeného objektu.



2.2.6 Sitrans LU

Snímač se prezentuje jako nejekonomičtější řešení a pro nás také nejvhodnější pro měření výšky hladiny sypkých materiálů ve venkovním prostředí. Snímač dosahuje měřicí vzdálenosti až 12 metrů, což je dostačující. Úhel snímacího svazku je 10°, provozní teploty jsou od -40 až do 85 °C. Výstupy je možné sbírat pomocí sběrnice Profibus PA nebo analogově. Snímač má také vysoký poměr signálu k šumu a automatické potlačení falešného echa, což by mohlo být využitelné v našem prašném prostředí [16].

Obrázek 40: Sitrans LU [16]

2.2.7 Reflexní snímač Turek

Ultrazvukový snímač Q45ULIU64ACRQ6 firmy Turek není určen pro měření výšky hladiny hromady. Snímač je možné umístit 1 metr nad pásovým dopravníkem, a tak může pomáhat měřit množství uhlí dopravujících se po páse. Změří vrstvu uhlí, ze které se pak vypočítá konečné dopravované množství. Je to jedno z možných řešení, které by mohlo doplňovat gamapopeloměr na pásovém dopravníku.

Měření pojezdů a zdvihů

Pro kompletní měření geometrie hromad je nutné ještě měřit již výše zmíněné úhly otočí, pojezdy zakládacích zařízení, úhly zdvihů výložníků a dalších. Pro otoč a zdvih je možné použít absolutní inkrementální snímač, který lze připojit k řídicímu systému prostřednictvím komunikace (Profibus, Profinet, apod.). Tyto snímače v sobě uchovávají neustále svou hodnotu natočení a neztrácejí ji při výpadcích napětí, při pohybu stroje bez řídicího systému (doběhy při zastavení vlivem výpadku řízení - výpadek napájení). Měření je třeba doplnit referenčním bodem s referenční hodnotou, při velmi přesných strojích se používají speciální mžikové mechanické snímače s patřičnou mechanikou. Pro řízení těžebního stroje vystačíme s malým indukčním snímačem s menším dosahem aktivace kovovou částí. Tento snímač musí být v náležitém držáku pro velmi jemné nastavování (účelem je zvolit takový snímač, který bude dosahovat co největší přesnosti opakování spínací funkce). Přítomnost referenčního snímače je rovněž velmi potřebná v případě, kdy dochází k výměně vadného měřicího komponentu za nový (jsou to absolutní snímače, takže budou mít na výstupu jiné údaje).

U pojezdu stroje je stav takový. Mezi kolem a kolejí může dojít k prokluzu, a tím i ke zkreslení měřeného údaje. Nicméně, rovněž lze použítí stejného prvku, jako v předešlých případech. Provozovatel vždy uvítá, když se mu na stroji opakují stejné prvky. Při použití inkrementálního odměřování velmi záleží na konstrukčním řešení měření. To znamená, mít správně instalované čidlo na pojezdu stroje. Platí určitá pravidla, jako umístění na nehnané nápravě. Protože pojezdy stroje jsou velmi dlouhé, je nutné mít v průběhu dráhy další referenční body (srovnávací body). Tyto bývají realizovány většinou nějakými běžnými prostředky, ale s ohledem na prostředí práce a podmínky těžkého průmyslu. Může se jednat o kovové části v kolejišti, které jsou pak snímány indukčními snímači v podvozku stroje. Je ale lepší, aby to byly přinejmenším alespoň dva snímače, které musí být aktivovány současně (vyloučen vliv nechtěné aktivace od povalujícího se šrotu v kolejišti). Těmito snímači je pak kontrolována měřená hodnota pojezdu se skutečnou hodnotou pojezdu. Pojezd může mít např. 1 km. Každých 50 m (100 m nebo kolik si zvolíme) se pak instalují clony pro snímače, podle kterých se pojezd vždy překalibruje. Pokud se při této operaci vyskytne přijatelná chyba, což je u takového stroje několik desítek centimetrů, tak se údaj dopřesní a měří se dále. Pokud je však rozdíl mnohem větší, tak se vyhlásí v takovém případě porucha - chyba měření. Takový rozdíl již může nastat jen v případě, že nějaký prvek v řetězci měření nepracuje správně. U těchto strojů bývají v místech referenčních bodů údaje s tabulkami metrů (obsluhy strojů potřebují mít nějaký nezávislý údaj o poloze v rámci skládky). Při ztrátě pozice z jakéhokoliv důvodu pak stroj jede na nejbližší srovnávací bod (vždy však musí najíždět v jednom předepsaném směru, který je určen v provozním návodu) a na něm zastaví. Obsluha pak přes terminál vloží do systému skutečnou polohu tohoto bodu a další provoz může pokračovat. Bylo vybráno čidlo, nebo spíše typ čidla, který představuje zástupce dané kategorie, protože čidel tohoto typu je nepřehledné množství a v průběhu zkoušení a dalších nezbytných úkonů v přípravě projektu, můžeme vybrat jiné, které by mohlo být vhodnější. K tomuto účelu tedy bude sloužit následující čidlo [1]:

2.2.8 Sick ATM60



Rotační, absolutní, víceotáčkový snímač má možnost připojení pomocí sběrnice Profibus PA i mnoha jiných. Disponuje rozlišením 26 bitů, které může být v budoucnu přenastaveno dle potřeby. Je možné jej připevnit k servomotoru skrz servopřírubu a k mnoha dalším rozhraním, pomocí vybraných adaptérů. Povolené radiální zatížení je 300 N, axiální je 50 N. Po připevnění k měřenému rozhraní má krytí dle IP67.

Obrázek 41: Sick ATM60 [17]

2.3 Umístění měřicích zařízení

V této části je vyznačeno, kde budou snímače stavu a geometrie skládek umístěny. V předchozích kapitolách už byla naznačena některá místa jejich umístění, zde bude umístění upřesněno a graficky znázorněno.

2.3.1 Umístění senzorů stavu skládky

Umístění senzorů stavu skládky bylo už uvedeno výše při popisu kontinuální váhy a gamapopeloměru. Všechna tato měřicí zařízení se umisťují nad dopravníkový pás. Konkrétnější umístění je až podle dané aplikace. Obecně lze určit umístění těchto měřicích zařízení následovně:

- Na vstupních dopravních pásech do technologie skládkování.
- Na výstupních dopravních pásech z technologie skládkování.
- Na vstupních dopravních pásech do technologie skládky.
- Na výstupních dopravních pásech z technologie skládky.
- Na dopravním pásu na výložníku universálního skládkového stroje.

Umístění je tedy ilustrováno na obrázcích 20 a 21.

2.3.2 Umístění senzorů geometrie

Umístění snímačů, měřicích pojezdy, bude, jak už bylo zmíněno výše, na nehnané nápravě, aby nedocházelo k prokluzům a bylo tak zajištěno přesnější měření. Umístění snímačů měřících úhly zdvihu a otoče bude na konstrukci skládkového stroje ve vhodném místě dle konkrétní konstrukce skládkového stroje.

Snímače měřící výšku hromady budou umístěny na konci výložníku skládkového stroje (zakladače), a to každé z jedné strany (tedy dvě), viz obrázek 39. Tyto snímače budou umístěny na konstrukci, která bude polohovatelná pomocí servomotorů, které budou natáčet s konstrukcí snímačů, a tak i se snímači výšky hromady. Toto řešení je

z důvodu nastavitelné výšky výložníku, která se při zakládání bude měnit v závislosti na množství nasypaného materiálu na hromadě skládky. Toto řešení předpokládá dodržování technologické kázně zakládání obsluhou skládkového stroje, tedy dodržování sypné výšky výložníku skládkového stroje. Informace o natočení snímačů půjdou k servomotorům od snímačů úhlu (výšky) výložníku skládkového stroje.

Snímače měřící výšku hromady u portálových zakládacích zařízení a zakládacích (shazovacích) vozů budou umístěny napevno, tedy bez polohování. U portálových zakládacích zařízení budou instalovány dva snímače, každý na jedné straně pojezdového zakládacího pásu. U zakládacích (shazovacích) vozů budou instalovány dva snímače, každý na jedné straně pojezdového zakládacího (shazovacího) vozu.



Dvě polohovatelná čidla,
každé z jedné strany
výložníku.

Obrázek 42: Umístění snímačů měřících výšku hromady na konci výložníku skládkového stroje (zakladače) [1]

3 NÁVRH ALGORITMŮ PRO MĚŘENÍ

3.1 Instalovaná měřicí zařízení

Ke stanovení systémů sběru dat z jednotlivých technologií skládkování kusovitých materiálů učiníme rozdělení technologie na dvě části:

- Technologie přísunu, odsunu a expedice skládkovaného materiálu, která bude pro všechny technologie vlastních skládek totožná.
- Navazující konkrétní technologii skládky – budou zvoleny čtyři základní typy technologií skládek, kdy vstupem na skládku bude vždy pásový dopravník PD41 a výstupem ze skládky pásový dopravník PD45:
 - Kruhová skládka
 - Podélná skládka (osazení neuniversálními skládkovými stroji)
 - Podélná skládka (osazení dvěma universálními skládkovými stroji)
 - Podélná skládka (skládkovaný produkt je uložen v kultivané jámě - boxu)

Uvedené technologie obsahují tato zařízení:

- pásový dopravníky (označení PD),
- výsuvové hlavy (označení VH) - zařízení pro přesunutí toku materiálu na jiný pásový dopravník. V některých případech umožňují sypání na dva následující pásový dopravníky v daném dělicím poměru.
- zakládací zařízení na hromady skládky (označení ZZ),
- odebírací zařízení z hromad skládky (označení OZ),
- universální skládkové stroje (označení USS),
- koleje – expedice (nakládka) vagóny na kolejích,
- auta – expedice (nakládka) nákladními auty.

Sběr potřebných dat z technologie skládkování bude proveden pomocí řídicích systémů PLC, které budou umístěny v jednotlivých elektro rozvodnách technologie skládkování. Tyto elektro rozvodny jsou znázorněny v technologických schématech. Jednotlivé řídicí systémy sběru dat po elektro rozvodnách budou propojeny technologickou komunikační sítí systému sběru dat s komunikačním protokolem Ethernet. Technologická komunikační síť bude zakončena řídicím (komunikačním) PC technologické sítě, které bude poskytovat snímaná data dále do databáze MS SQL serveru řídicího systému skládkování. Programová část je psána v prostředí Siemens TIA Portal V12 pro procesory S7-300 jazykem STL.

Pokud bude měřicí zařízení instalováno v technologii skládkování, bude vyhodnocovací jednotka měřicího zařízení, resp. čidla, umístěna v příslušné elektro rozvodně technologie skládkování [19].

Nadále je zde, v rámci diplomové práce, uvedena podrobněji pouze technologie podélné skládky osazené dvěma universálními skládkovacími stroji. Další technologie jsou postaveny obdobným způsobem.

3.1.1 Podélná skládka osazená dvěma universálními skládkovacími stroji

Tato technologie obsahuje následující technologická zařízení:

- Technologie vstupu technologie skládky – PD41, VH41.
- Technologie výstupu technologie skládky – PD45.
- Technologie skládky – PD42, PD43, PD44.
- Technologie zakládání a odbírání
 - Universální kolesový skládkový stroj USS1,
 - Universální kolesový skládkový stroj USS2.

Popis možné nastavení technologie:

- VH41 na:
 - PD43,
 - PD42,
 - PD43 + PD42 (nastavitelný dělicí poměr) [19]

Instalovaná měřicí zařízení v technologii pásové dopravy:

Rotační absolutní víceotáčkový snímač ATM60:

- VH41 – měření pojezdu (nastavení) výsuvové hlavy. Kalibrační indukční čidlo snímače ATM60.
- Zakládací a odběrové zařízení – měření úhlu otoče výložníku stroje USS1 a USS2 od nulové polohy. Kalibrační indukční čidlo snímače ATM60.
- Zakládací a odběrové zařízení – měření úhlu zdvihu výložníku stroje USS1 a USS2 od horizontální roviny. Kalibrační indukční čidlo snímače ATM60.
- Zakládací a odběrové zařízení – měření pojezdu stroje USS1 a USS2 podél hromady skládky. Kalibrační indukční čidlo snímače ATM60.
- Zakládací a odběrové zařízení – měření pojezdu (nastavení) dělicího štítu. Kalibrační indukční čidlo snímače ATM60.

Radarové čidlo SITRANS LR560:

- Zakládací zařízení – měření zakládané výšky materiálu na hromadu skládky. Umístění čidla na levé straně konce výložníku zakládacího zařízení.
- Zakládací zařízení – měření zakládané výšky materiálu na hromadu skládky. Umístění čidla na pravé straně konce výložníku zakládacího zařízení.

V tomto případě technologie skládkování bude změna v instalovaných kontinuálních pásových váhách:

- pásová váha nebude instalována na PD 41, ale na začátku pásu PD 43, vyhodnocovací jednotka bude umístěna v rozvodně PD41,
- pásová váha bude instalována na začátku pásu PD 44, vyhodnocovací jednotka bude umístěna v rozvodně PD42,

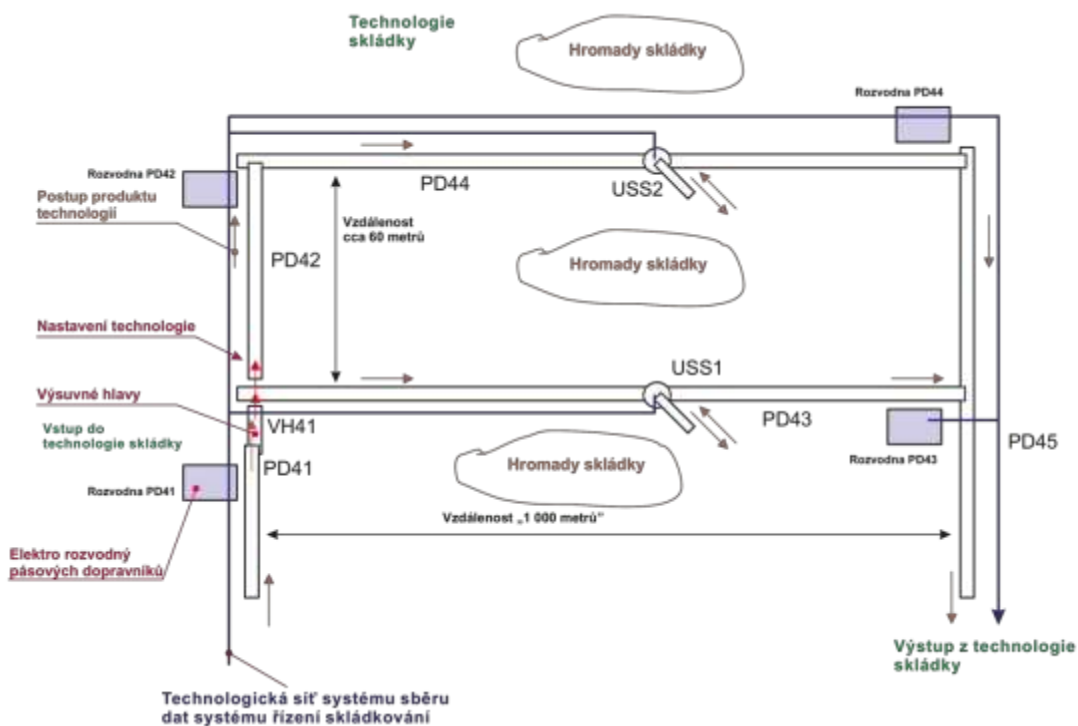
- pásová váha bude instalována na pásovém dopravníku na výložníku universálního skládkového stroje USS1, vyhodnocovací jednotka bude umístěna v rozvodně universálního skládkového stroje USS1,
- pásová váha bude instalována na pásovém dopravníku na výložníku universálního skládkového stroje USS2, vyhodnocovací jednotka bude umístěna v rozvodně universálního skládkového stroje USS2.

V tomto případě technologie skládkování bude navíc instalovaný kontinuální gamapopeloměr:

- gamapopeloměr (detekční stupeň) bude instalován na pásovém dopravníku na výložníku universálního skládkového stroje USS1, vyhodnocovací jednotka (řídicí stupeň) bude umístěna v rozvodně universálního skládkového stroje USS1,
- gamapopeloměr (detekční stupeň) bude instalován na pásovém dopravníku na výložníku universálního skládkového stroje USS2, vyhodnocovací jednotka (řídicí stupeň) bude umístěna v rozvodně universálního skládkového stroje USS2.

Instalované elektro rozvodny v technologii pásové dopravy:

- PD41,
- PD42,
- PD43,
- PD44,
- Universální skládkový stroj USS1,
- Universální skládkový stroj USS2. [19]



Obrázek 43: Podélná skládka osazená dvěma universálními skládkovacími stroji [20]

3.1.2 Specifikace přenášených dat o provozu a práci skládkového stroje

Řídicí systém PLC sběru dat z universálního skládkového stroje je komunikačně připojen do technologické sítě sběru dat systému skládkování pomocí Ethernetu. Informace jsou ukládány v jednodominutových datových vzorcích (záznamech), které odpovídají jednomu záznamu v tabulce databáze – měřicí vzorkovaný interval je jedna minuta [19].

Z řídicího PLC systému sběru dat z universálního skládkového stroje se do systému skládkování přenášejí níže uvedené informace:

Tabulka 11: Tabulka přenášených informací [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AO1	Identifikační (pořadové) číslo skládkového stroje.	≥ 0		ID_USS
AO2	Stav skládkového stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 4		ZAR_STAV
AO3	Režim práce skládkového stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 5		TECHREZIM
AO4	Režim ovládání stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 2		OVLREZIM
AO5	Dělicí poměr na štítu skládkového stroje. Významná informace pro režim práce skládkového stroje - zakládání (depo) s částečným propouštěním: položka obsahuje počet desetín z celku, který se sype na dopravní pás výložníku stroje, pokud dochází k rozsypávání na dopravní pás na výložníku stroje a dále na průběžný pás skládkovým strojem. Např. při sypání 3/10 z celku na dopravní pás na výložníku stroje se запиše do položky hodnota "3", nebo při kompletním sypání celku na dopravní pás na výložníku stroje se запиše do položky hodnota "10". Významná informace pro režim práce skládkového stroje - odebírání (redepo) s částečným propouštěním: položka obsahuje počet desetín z celku, který se přisypává z dopravního pásu výložníku stroje, pokud dochází k přisypávání na průběžný pás skládkovým strojem. Např. při přisypávání 3/10 z celku na průběžný dopravní pás skládkovým strojem se запиše do položky hodnota "3", nebo při kompletním sypání celku z dopravního pásu na výložníku stroje se запиše do položky hodnota "10". Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 10		ZAR_POM
AO6	Způsob zakládání nebo odebírání skládkovým	0 - 15		ZPUSZAKLAD

	strojem. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.			
AO7	Pojezd – podélná poloha osy stroje od začátku skládky v [m]. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 1000	m	POJEZD
AO8	Směr pojezdu skládkového stroje. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 2		SMERPOJ
AO9	Reverzace směru pojezdu během měřeného intervalu. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 1		REVERZACE
AO10	Úhel natočení výložníku skládkového stroje ve (stupních) kolem osy stroje vzhledem k ose průchozího skládkového dopravního pásu skládkovým strojem (PD43 nebo PD44) ve směru chodu tohoto pásu. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	+ / - 180	°	NATOC
AO11	Číselné označení hromady (sektoru), na kterou je natočen stroj. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 3		SEKTOR
AO12	Poloha zakládání nebo odebírání na začátku měřeného intervalu v [m] v podélném směru podél průběžného skládkového dopravního pásu (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem od začátku skládky. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 1000	m	POLZAKLZM
AO13	Příčná vzdálenost zakládání nebo odebírání na začátku měřeného intervalu v [m], tedy kolmá vzdálenost k podélnému směru (ose dopravního pásu) průběžného skládkového dopravního pásu (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 60	m	VYLOZNIKZM
AO14	Výška zakládání nebo odebírání na začátku měřeného intervalu v [m] od paty hromady (od pláně). Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 20,0	m	VYSZAKLZM
AO15	Poloha zakládání nebo odebírání na konci měřeného intervalu v [m] v podélném směru podél průběžného skládkového dopravního pásu (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem od začátku skládky. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 1000	m	POLZAKLKM
AO16	Příčná vzdálenost zakládání nebo odebírání na konci měřeného intervalu v [m], tedy kolmá vzdálenost k podélnému směru (ose dopravního pásu) průběžného skládkového dopravního pásu (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 60	m	VYLOZNIKKM
AO17	Výška zakládání nebo odebírání na konci měřeného intervalu v [m] od paty hromady (od pláně). Měřená	0 - 20,0	Metry	VYSZAKLKM

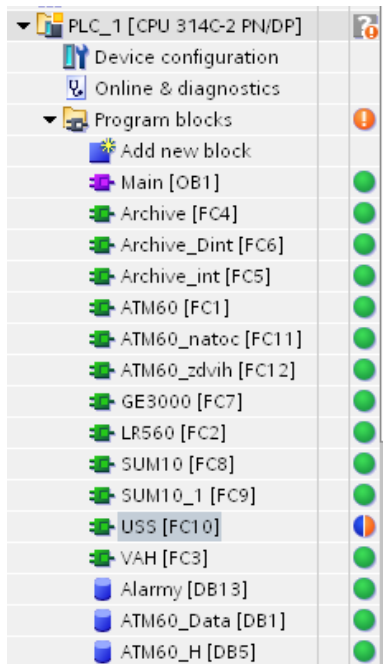
	a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.			
AO18	Poloha zakládání nebo odebírání v času reverzace směru pojezdu skládkového stroje v [m] v podélném směru podél průběžného skládkového dopravního pásu (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem od začátku skládky. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 1000	m	POLZAKLRE
AO19	Zadaná výška zakládání řádku metodou Windrow, Chevron a Strata v [m] (výška zakládaného řádku, na kterou se reguluje činnost stroje). Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 20,0	m	ZADANAVYSK
AO20	Číslo zakládaného řádku systémem Windrow v automatickém režimu ovládní stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	>=0		CISRAD
AO21	Číslo zakládané vrstvy uhlí systémem Windrow v automatickém režimu ovládní stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 99		CISVRS
AO22	Požadovaný výkon na těžbu skládkového stroje v (t/h). Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 5000	t/h	VYKON_POZ
AO23	Dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje ve směně v režimu práce skládkového stroje zakládání (tedy uložené množství materiálu na skládku). Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	>=0	t	VAH_DEPO
AO24	Dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje ve směně v režimu práce skládkového stroje odebírání (tedy odebrané množství materiálu ze skládky). Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	>=0	t	VAH_REDEPO
AO25	Dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje v měřeném minutovém vzorku. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	>=0	t	VAH_MNOZ
AO26	Rezerva.			
AO27	Výchozí nastavená výšeč ukládání nebo odběru uhlí v [m]. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1000	m	POL_OD
AO28	Koncová nastavená výšeč ukládání nebo odběru uhlí v [m]. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1000	m	POL_DO

AO29	Maximální nastavená příčná vzdálenost v [m] místa odebírání uhlí od osy průchozího pásového dopravníku strojem. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 60	m	POL_PRI
AO30	Aktualizace stavu těžebního bloku pro zobrazení obsluze skládkového stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1		AKTUALIZAC
AO31	Poloha začátku těžebního bloku pro aktualizaci v [m] v podélném směru podél průběžného dopravního pásu skládkovým strojem od začátku skládky. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1000	m	AKTBLOKUOD
AO32	Poloha konce těžebního bloku pro aktualizaci v [m] v podélném směru podél průběžného dopravního pásu skládkovým strojem od začátku skládky. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1000	m	AKTBLOKUDO
AO33	Stav komunikace s PLC řídicího systému skládkového stroje (sběru dat). Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 2		KOMUNIKACE
AO34	Stav napájení PLC sběru dat. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.	0 - 2		NAPAJENI
AO35	Sdružená informace o poruše skládkového stroje. Informace z komunikace z PLC řídicího systému skládkového stroje.	0 - 1		TECHALM
AO36	Rezerva.	0 - 5		NUL_VZ
AO37	Rezerva.	0 - 1		DRUH_VZ
AO38	Datum a čas pořízení (ukončení měření) vzorku. Měřená a vyhodnocená informace v PLC sběru dat.			DATUMCAS

3.1.3 Algoritmy pro zpracování dat

Sběr dat ze systému skládkování, zde konkrétně z univerzálního skládkovacího stroje, dále USS, je vyřešen pomocí funkcí, které se starají o zpracování proměnných, které je nutné zálohovat. Tyto funkce (viz obrázek č. 44 – zelené bloky) sbírají hodnoty signálů ze snímačů, jako je například pojezd stroje a ukládají je do tzv. *Data Bloků* (viz obrázek 44 - modré bloky, např. *ATM60_Data [DB10]*), ve kterých jsou připravena pole v určitém formátu, do nich se mohou uložit tato data. Pro tento účel bylo zvoleno pole o deseti prvcích, do kterých se data ukládají v příslušných intervalech, zde je to 1 minuta, a postupně se posouvají, jako posuvný registr, na další pozici, když je ukládána další hodnota. V těchto polích je pak uložena historie deseti předchozích hodnot. Tyto hodnoty pak mohou být sesbírány nadřazeným systémem pro další archivaci či jiné statistické zpracování, které už není předmětem této práce.

Příklad části programu pro sběr dat z USS je uveden na obrázku 45. Stěžejní částí je zde funkce *Archive_int*, která zpracovává data do výše uvedených data bloků. Tato funkce je popsána přímo v programu pomocí komentářů v kódu. Program je součástí přílohy A. Funkce má jako vstupní parametr proměnnou, kterou chceme archivovat,



Obrázek 44: Programové bloky

poté počáteční hodnotu prvku v datovém bloku resp. adresu, od které se má ukládat hodnota proměnné, dále je to konečná adresa, po kterou se má ukládat hodnota proměnné a nakonec číslo data bloku, ve kterém jsou uloženy hodnoty proměnných. Univerzální skládkovací stroj používá proměnné uvedené v tabulce 11. Rozvedu zde ještě konkrétněji hodnoty, kterých mohou jednotlivé proměnné nabývat:

AO1 – celočíselná hodnota proměnné nabývá hodnot 1 nebo 2. Určuje, který USS je momentálně aktivní.

AO2 – proměnná nabývá hodnot 0 až 4.

- hodnota „0“: Neaktualizováno
- hodnota „1“: Stop (opak *chod*)
- hodnota „2“: Současný chod všech patřičných technologických zařízení dopravní linky skládkového stroje dle režimu provozu skládkového stroje (při režimu „redopo“ a „redopo + propouštění“ zároveň chod kola stroje)

- hodnota „3“: Zajištění – vzniklé a trvajících zajištění některého nebo více technologických zařízení bránící provozu skládkového stroje

- hodnota „4“: Porucha – vznikla a trvá porucha bránící provozu skládkového stroje [19]

AO3 – hodnoty 0 až 5.

- hodnota „0“ – neaktualizovaný technologický režim práce skládkového stroje (neodpovídá níže specifikovaným technologickým režimům práce skládkového stroje), transport (přejezd) skládkového stroje,
- hodnota „1“ – úplné zakládání (tzv. „depo“) dopravovaného materiálu (produktu) skládkovým dopravním pásem na skládku,
- hodnota „2“ – úplné propouštění (tzv. „propouštění“) dopravovaného materiálu (produktu) skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj bez zakládání,
- hodnota „3“ – kombinované částečné zakládání dopravovaného materiálu (produktu) skládkovým dopravním pásem na skládku a částečné propouštění dopravovaného materiálu (produktu) skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj bez zakládání (tzv. „depo + propouštění“),
- hodnota „4“ – odebírání (tzv. „redopo“) skládkovaného materiálu ze skládky na prázdný skládkový dopravní pás,
- hodnota „5“ – kombinované částečné odebírání skládkovaného materiálu ze skládky a jeho přisypávání k částečně propouštěnému dopravovanému materiálu (produktu) skládkovým dopravním pásem přes skládkový stroj (tzv. „redopo + propouštění“)

AO4 - režim ovládání stroje. Nabývá hodnot 0 až 2:

- hodnota „0“ – neaktualizováno,

- hodnota „1“ – ruční režim – ruční režim ovládání skládkového stroje (i při zakládání a odebírání),
- hodnota „2“ – automatický režim – automatický režim ovládání skládkového stroje (i při zakládání a odebírání).

2	0	"USS2"	%I38.1
3	AN	#tag1	
4	L	s5t#60s	s5t#60s
5	SD	"USS_Timer_1"	%T9
6	//zpozdeně zapnutí SD		
7	A	"USS_Timer_1"	%T9
8	S	#tag1	
9			
10	A	#tag1	
11	L	s5t#60s	s5t#60s
12	SD	"USS_Timer_2"	%T10
13			
14	A	"USS_Timer_2"	%T10
15	R	#tag1	
16	//casovace T1 a T2 se po 60s muluji a stridaji v pocitani		
17	//sber hodnoty promenne s nastupnou i sestupnou hranou		
18	A	#tag1	
19	FP	#pom1	
20	0{		
21	A	#tag1	
22	FN	#pom2	
23	}		
24	JCN	sber	
25			
26	CALL	"Archive_int"	%FC5
27	input_value	:= "ID_USS"	%QU40
28	pointer_offset	:= 0	0
29	pointer_end	:= 160	160
30	DB_number	:= 10	10
31			
32	CALL	"Archive_int"	%FC5
33	input_value	:= "ZAR_STAV_I"	%IW80

Obrázek 45: Výřez programu pro zpracování dat z USS

AO5 - dělicí poměr na štítu skládkového stroje. Viz tabulka 11.

AO6 – způsob zakládání nebo odebírání skládkovým strojem. Při zakládání významná informace v technologickém režimu práce stroje AO3:

- AO3 = 1 = depo,
- AO3 = 3 = depo + propouštění.

Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizováno,
- hodnota „1“ – Windrow (tzv. „WIN“, resp. „Řádky“). Nebo také přesýpané Windrow (tzv. „PWIN“, resp. „Přesýpané řádky“).
- hodnota „2“ – Shell (tzv. „SH“, resp. „Sypaný kužel“),
- hodnota „3“ – Cone Shell (tzv. „CS“, resp. „Kuželová skořápka“, „Podélně sypaná hromada“),
- hodnota „4“ – Block (tzv. „BL“, resp. „Blok“, „Příčně sypaná hromada otočí“),
- hodnota „5“ – Chevron (tzv. „CH“, resp. „Krokev“),
- hodnota „6“ – Strata (tzv. „STR“, resp. „Boční vrstvy“),

Při odebírání významná informace v technologickém režimu práce stroje AO3:

- AO3 = 4 = redepo,
 - AO3 = 5 = redepo + propouštění.
- Nabývá hodnot:
- hodnota „0“ – neaktualizováno,
 - hodnota „11“ – odebírání otočí,
 - hodnota „12“ – odebírání pojezdem.

AO7 – pojezd skládkového stroje - poloha osy stroje od začátku skládky v [m] (začátek skládky, tj. 0 metrů je u pásu PD41 (PD42), hodnota pojezdu vzrůstá ve směru pohybu pásu PD43 nebo PD44). Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO8 – směr pojezdu skládkového stroje podél průběžného skládkového dopravního pásu. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizováno,
- hodnota „1“ – dopředu - pojezd stroje ve směru pohybu průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem (PD43, PD44) (směr expedice (nakládka)),
- hodnota „2“ – dozadu - pojezd stroje proti směru pohybu průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem (PD43, PD44) (směr vstup do technologie skládkování).

Informace jsou v řídicím systému skládkového stroje aktualizovány dle skutečného směru pojezdu.

AO9 – reverzace směru pojezdu (změna směru pojezdu) skládkového stroje během měřeného intervalu. Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – reverzace směru pojezdu (změna směru pojezdu AO8) skládkového stroje - nebyla,
- hodnota „1“ – reverzace směru pojezdu (změna směru pojezdu AO8) skládkového stroje – byla (proběhla), došlo ke změně směru pojezdu skládkového stroje.

AO10 – úhel natočení výložníku skládkového stroje. Záporné hodnoty AO10 jsou při otoči vlevo od osy průběžného skládkového dopravního pásu ve směru pohybu tohoto pásu, kladné hodnoty AO10 jsou při otoči vpravo od osy průběžného skládkového dopravního pásu ve směru pohybu tohoto pásu. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO11 – číselné označení hromady (sektoru), na kterou je skládkový stroj natočen výložníkem. Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizováno, výložník je svou osou nad osou průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem,
- hodnota „1“ – DEPO1 - hromada vpravo od pásu PD43 ve směru jeho pohybu,
- hodnota „2“ – DEPO2 - hromada mezi pásy PD43 a PD44 ve směru jejich pohybu,
- hodnota „3“ – DEPO3 - hromada vlevo od pásu PD44 ve směru jeho pohybu.

AO12 až AO22 – Viz tabulka č.11

AO23 – dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje ve směně v režimu práce skládkového

stroje zakládání (tedy uložené množství materiálu na skládku). Odečet z absolutního počítadla Z3 prošlých tun přes pásovou váhu. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace měřená pásovou váhou na výložníku skládkového stroje nebo vypočtena.

AO24 – dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje ve směně v režimu práce skládkového stroje odebírání (tedy odebrané množství materiálu ze skládky). Odečet z absolutního počítadla Z3 prošlých tun přes pásovou váhu. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace měřená pásovou váhou na výložníku skládkového stroje nebo vypočtena.

AO25 – dopravené množství materiálu v [t] z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje v měřeném minutovém vzorku. Odečet z absolutního počítadla Z3 prošlých tun přes pásovou váhu. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace měřená čidlem nebo vypočtena.

AO26 – rezerva. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO27 – výchozí nastavená výseč ukládání nebo odběru uhlí v [m]. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Výchozí (počáteční) nastavená výseč v řídicím systému skládkového stroje, tedy výchozí místo ukládání nebo odběru bloku uhlí na hromadě skládky v [m] pro práci stroje, měřeno od počátku skládky (začátek skládky, tj. 0 metrů je u pásu PD41 (PD42), hodnota vzrůstá ve směru pohybu průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem PD43 nebo PD44). Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO28 – koncová nastavená výseč ukládání nebo odběru uhlí v [m]. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Koncová nastavená výseč v řídicím systému skládkového stroje, tedy koncové místo ukládání nebo odběru bloku uhlí na hromadě skládky v [m] pro práci stroje, měřeno od počátku skládky (začátek skládky, tj. 0 metrů je u pásu PD41 (PD42), hodnota vzrůstá ve směru pohybu průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem PD43 nebo PD44). Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO29 – maximální nastavená příčná vzdálenost v [m] v řídicím systému skládkového stroje místa odebírání uhlí od osy průchozího skládkového pásového dopravníku (PD43 nebo PD44) skládkovým strojem, pro práci skládkového stroje. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku.

AO30 – aktualizace stavu těžebního bloku pro zobrazení obsluze skládkového stroje. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizovat,
- hodnota „1“ – aktualizovat.

AO31 – poloha začátku těžebního bloku pro aktualizaci v [m] v podélném směru podél průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem od začátku skládky. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Výchozí (počáteční) nastavená výseč těžebního bloku pro

aktualizaci vizualizace na skládkovém stroji v [m], měřeno od počátku skládky (začátek skládky, tj. 0 metrů je u pásu PD41 (PD42), hodnota vzrůstá ve směru pohybu pásu PD43 nebo PD44).

AO32 – poloha konce těžebního bloku pro aktualizaci v [m] v podélném směru podél průběžného skládkového dopravního pásu skládkovým strojem od začátku skládky. Hodnota na konci minutového měřeného vzorku. Informace z řídicího systému skládkového stroje. Konečná nastavená výseč těžebního bloku pro aktualizaci vizualizace na skládkovém stroji v [m], měřeno od počátku skládky (začátek skládky, tj. 0 metrů je u pásu PD41 (PD42), hodnota vzrůstá ve směru pohybu pásu PD43 nebo PD44).

AO33 – Stav komunikace s PLC řídicího systému skládkového stroje (sběru dat). Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizováno,
- hodnota „1“ – porucha,
- hodnota „2“ – korektní.

AO34 – stav napájení PLC řídicího systému skládkového stroje (sběru dat). Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – neaktualizováno,
- hodnota „1“ – napájení ze záložního zdroje,
- hodnota „2“ – korektní napájení.

AO35 – sdružená informace o poruše skládkového stroje. Nabývá hodnot:

- hodnota „0“ – alarm není,
- hodnota „1“ – alarm trvá.

- AO36 až AO38 – Viz tabulka 11

Frekvence aktualizace bude pro všechny signály (AO1 až AO41) stejná - jednou za minutu (jednominutové vzorky měření).

Pro zpracování binárních informací do minutového vzorku platí, že se vyhodnocuje průměrná hodnota stavu za vzorkovanou minutu. Tedy pokud je binární hodnota nastavena na logickou „1“ po dobu 30 a více sekund ve vzorkované minutě, pak je tato binární informace vyhodnocena za celou minutu jako logická „1“, jinak jako logická „0“ (jedná se např. o vyhodnocení položky ZAR_STAV skládkového stroje) [19].

3.2 Měřicí zařízení v technologii pásové dopravy

Popisy jednotlivých zařízení, snímačů apod. jsou uvedeny v předchozí kapitole. Zde budou uvedeny pouze specifikace přenášených dat.

3.2.1 Snímač ATM60

Rotační absolutní víceotáčkový snímač bude použit pro měření vzdálenosti a také možnosti měření nastavení, úhlů zdvihů a otočí.

Vlastnosti tohoto snímače:

- extrémně robustní řada produktů díky magnetickému snímání,
- rozlišení do max. 16 bit,
- programovatelné rozlišení, nulový bod a Off-set,
- SSI rozhraní, kódy: Gray nebo binární,
- vysoká odolnost v rázu a vůči vibracím,
- parametrovací rozhraní RS422,
- sběrníková technologie PROFIBUS (užito ve studii pro komunikaci s řídicím systémem sběru dat), CANopen nebo DeviceNet
- vysoká třída krytí [19].

Tento typ snímače v sobě uchovává neustále svou hodnotu natočení, neztrácí ji ani při výpadcích napětí, při pohybu stroje bez řídicího systému (doběhy při zastavení vlivem výpadku řízení – výpadku napájení). Aby bylo možné tyto polohy správně nastavit, je na místě do pohybu instalovat ještě další nezávislý snímač, tzv. referenční bod. Na tento snímač se poté najíždí vždy jen velmi malou rychlostí a stále ve stejném směru pohybu. Při aktivaci snímače dojde k přiřazení referenční hodnoty dané polohy (zapsání absolutní konstanty - může být např. "0", od které se začíná měřit do kladných a záporných hodnot nebo konkrétní hodnota, např. natočení stroje, od které se pak dále měří). Pro řízení těžebního stroje lze užít malého indukčního snímače s menším dosahem aktivace kovovou částí. Tento snímač musí být upevněn v příslušném držáku pro velmi jemné nastavování (zvolit takový snímač, který bude dosahovat co největší přesnosti opakování spínací funkce). Přítomnost referenčního snímače je rovněž velmi potřebná v případě, kdy dochází k výměně vadného měřicího snímače či komponentu za nový [19].

Komunikační propojení snímače s řídicím systémem PLC bude zajištěno pomocí komunikací Profibus. Specifikace přenášených informací ze snímače:

Tabulka 12: Specifikace přenášených informací [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AI1	Měřená veličina – vzdálenost, natočení, úhel zdvihu	INT 16	dle veličiny	IRC_001
AI2	Počítadlo pulsů za otáčku	INT 16	imp	IRC_002
AI3	Počítadlo otáček	INT 16	imp	IRC_003
AI4	Diagnostika - Status 1+Status 2	BIN 16	bit	IRC_004
AI5	Alarmy	BIN 16	bit	IRC_005
AI6	Výstrahy	BIN 16	bit	IRC_006
AI7	rezerva			IRC_007
AI8	rezerva			IRC_008
AI9	rezerva			IRC_009
AI10	Rezerva			IRC_010

Vzorkování (frekvence měření) snímače informace číslo:

- AI1 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,

- AI2 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,
- .
- .
- AI10 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení.

Algoritmy zpracování dat jsou obdobné jako u předchozího zpracování dat z univerzálního skládkovacího stroje, viz kapitola 3.1.3. Kód programu je uveden v příloze C, samotný program pak v příloze A. Výřez kódu archivační funkce je uveden na obrázku 46. Většina příkazů byla provedena pomocí ukazatelů. Jednotlivé řádky jsou popsány na již zmíněném obrázku 46.

```

1 //-----funkce archivuje data do zvoleneho DB na zvolena mista | integer
2     L   #input_value
3     T   #buffer_actual //ulozim do actual
4
5     L   #DB_number //nactu cislo DBcka
6     T   #DB_number_temp //ulozim ho do tempu, abych mohl pouzit
7     OPN DB [ #DB_number_temp ]
8
9 //     L   P#0.0 //ukazatel na nultou pozici
10    L   #pointer_offset
11    LAR1
12 znovu: L DBB [ AR1 , P#0.0 ] //smeruji se na tu pozici v DBcku, P#0.0
13     T   #buffer_zero //ukladam z pozice v ukazateli do zero
14
15     L   #buffer_actual
16     T DBB [ AR1 , P#0.0 ] //ukladam aktual na pozici zero
17
18     L   #buffer_zero
19     T   #buffer_actual
20     +AR1 P#2.0
21
22     TAR1
23 //     L   P#20.0 //ukoncovaci podm. ze cyklus dojde dc
24     L   #pointer_end
25     ==D
26     JCN znovu

```

Obrázek 46: Výřez funkce Archive_int

3.2.2 Snímač SITRANS LR560

Pro měření výšky zakládaného materiálu na hromadu, tedy měření vzdálenosti, použijeme toto radarové čidlo SITRANS LR560. Komunikační propojení čidla s řídicím systémem PLC bude komunikační sběrnice Profibus PA.

Vzorkování (frekvence měření) snímače informace číslo:

- AI1 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,
- AI2 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,
- .
- .
- AI10 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení.

Algoritmy zpracování dat jsou obdobné jako u předchozího zpracování dat snímače ATM60, viz kapitola 3.2.1. Kód programu je uveden v příloze C, samotný program pak v příloze A. Výřez kódu archivační funkce je uveden na obrázku 46. Většina příkazů byla provedena pomocí ukazatelů. Jednotlivé řádky jsou popsány na již zmíněném obrázku 46.

Specifikace přenášených informací ze snímače:

Tabulka 13: Specifikace přenášených informací [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AI1	Měřená veličina	UINT 16	[mm]	RAD_001
AI2	Kalibrační bod - MIN	INT 16		RAD_002
AI3	Kalibrační bod - MAX	INT 16		RAD_003
AI4	Alarmy, výstrahy	BIN 16	bit	RAD_004
AI5	rezerva			RAD_005
AI6	rezerva			RAD_006
AI7	rezerva			RAD_007
AI8	rezerva			RAD_008
AI9	rezerva			RAD_009
AI10	Rezerva			RAD_010

3.2.3 Kontinuální pásové váhy

Komunikační propojení s řídicím systémem PLC sběru dat bude zajišťovat průmyslová sběrnice ModBus. Do vyhodnocovací jednotky INTECONT PLUS bude poté přiveden chod příslušného pásového dopravníku.

Specifikace přenášených informací z pásové váhy:

Tabulka 14: Specifikace přenášených informací [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AI1	Měřené dopravované množství (výkon) v [t/h] z pásové váhy.	0 – 5000	t/h	VAH_VYKON
AI2	Doprovované množství z absolutního počítadla pásové váhy v [t], počítadlo Z3.	0 – 2147483647	t	VAH_ABS
AI3	Číslo poruchového hlášení z měření a stavu pásové váhy.			VAH_CIS_POR
DI1	Stav (chod) dopravního pásu u pásové váhy.	0 – 1		VAH_STAV

Vzorkování (frekvence měření) pásovou váhou signálu číslo:

- AI1 - dle nastavení dodavatelem pásové váhy,
- AI2 - dle nastavení dodavatelem pásové váhy,
- AI3 - dle nastavení dodavatelem pásové váhy,
- DI1 - dle nastavení dodavatelem pásové váhy.

Nastavené vyhodnocení ve vyhodnocovací jednotce pásové váhy signálu číslo:

- AI1 - měřené dopravované množství (výkon) v [t/h] z pásové váhy.

- AI2 – dopravované množství z absolutního počítadla pásové váhy v tunách, počítadlo Z3.
- AI3 – číslo poruchového hlášení z měření a stavu pásové váhy. Nabývá hodnot:
 - hodnota „1“ – Chyba paměti (nutný servisní zásah),
 - hodnota „2“ – Chybí externí signál (FREIGABE - chod pasu) pro spuštění,
 - hodnota „3“ – Doba zapnutí a měření překročila předvolený čas (servis),
 - hodnota „4“ – Napěťové napájení bylo zapnuté na předvolený čas (servis),
 - hodnota „5“ – Aktivováno heslo pro nastavování parametrů,
 - hodnota „6“ – Chyba tiskárny,
 - hodnota „7“ – Výpadek napájení,
 - hodnota „8“ – GA1 - zkrat nebo přerušení kabelu pro tachodynamo,
 - hodnota „9“ – GA2 - zkrat nebo přerušení kabelu pro 2. tachodynamo,
 - hodnota „10“ – Zkrat nebo přerušení kabelu pro čidlo obvodu pásu,
 - hodnota „11“ – WZ Eingang - kabel k snímačům zatížení přerušen,
 - hodnota „12“ – GA1 Eingang - frek. tachodynamu menší než 5 Hz nebo větší než 2700 Hz,
 - hodnota „13“ – GA2 Eingang - frek.2. tachodynamu menší než 5 Hz nebo větší než 2700 Hz,
 - hodnota „14“ – Chyba tachodynamu,
 - hodnota „15“ – Korektor táry překročil stanovenou mez,
 - hodnota „16“ – Automatické nulování nelze spustit,
 - hodnota „17“ – Pro nastavený čas nebylo tárováno,
 - hodnota „18“ – Délka pasu se změnila o nepovolenou hodnotu,
 - hodnota „19“ – Překročena tolerance tárování,
 - hodnota „20“ – Překročena max. hranice výkonu,
 - hodnota „21“ – Překročena max. hranice zatížení,
 - hodnota „22“ – Překročena max. hranice rychlosti,
 - hodnota „23“ – Přetížení vážného systému snímačů nad max.,
 - hodnota „24“ – Překročena min. hranice výkonu,
 - hodnota „25“ – Překročena min. hranice zatížení,
 - hodnota „26“ – Překročena min. hranice rychlosti,
 - hodnota „27“ – Zatížení vážného systému snímačů pod nulu,
 - hodnota „28“ – Dávka nebyla zkompletována s přednastavenou přesností,
 - hodnota „29“ – Skutečná hodnota dávky převyšuje nastavenou toleranci.
- DI1 – stav (chod) dopravního pásu u pásové váhy. Nabývá hodnot:
 - hodnota „0“ – stop pásového dopravníku,
 - hodnota „1“ – chod pásového dopravníku. [19]

Měřené informace z pásové váhy se přenáší z PLC sběru dat do systému skládkování v jednominutových vzorcích systémem sběru dat.

Přenášené měřené informace z kontinuálních pásových vah:

Tabulka 15: Tabulka přenášených dat z pásové váhy [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AO10	Dopravované množství materiálu v (tuny/hod). Informace měřená čidlem.	>=0	[t/h]	VAH_VYKON
AO11	Rezerva.	>=0	[t]	VAH_SUMA
AO12	Dopravené množství materiálu v [t] z nápočtu absolutního počítadla pásové váhy. Informace měřená čidlem.	>=0	[t]	VAH_ABS
AO13	Číslo poruchového hlášení pásové váhy. Informace měřená čidlem.	>=0		VAH_CIS_POR

Algoritmy zpracování dat jsou obdobné jako u předchozího zpracování dat snímače ATM60, viz kapitola 3.2.1. Kód programu je uveden v příloze C, program pak v příloze A. Výřez kódu funkce je uveden na obrázku 46. Většina příkazů byla provedena pomocí ukazatelů. Jednotlivé řádky jsou popsány na již zmíněném obrázku 46.

3.2.4 Kontinuální gamapopeloměry

Pro kontinuální měření kvality dopravovaného materiálu (produktu), konkrétně uhlí (mouru), použijeme kontinuální gamapopeloměr typu GE3000, výrobce ENELEX s.r.o. Detekční stupeň zařízení bude umístěna přímo na pásovém dopravníku. Vyhodnocovací elektronika (řídící stupeň) bude umístěna v elektro rozvodně příslušného pásového dopravníku. Komunikační propojení řídicího stupně gamapopeloměru s řídicím systémem PLC bude zajištěno pomocí komunikačních průmyslových sběrnic ModBus. Do řídicího stupně gamapopeloměru bude přiveden chod příslušného pásového dopravníku [19].

Specifikace přenášených informací z kontinuálního gamapopeloměru:

Tabulka 16: Specifikace přenášených informací [19]

Poř. č.	Signál	Rozsah	Jednotky	Označení
AI1	Adresa – 01, číslo posledního měření (0 až 65535 cyklicky – pro detekci chodu měření).	0 - 65535		POP_CMER
AI2	Adresa – 02, poruchové hlášení (0 – OK, 1 až 7 – autokorekce, 8 - 255 závada).	0 – 255		POP_POR
AI3	Adresa – 03, stavové slovo měření.	0 - 32767		POP_MER
AI4	Adresa – 04, obsah popela Ad v [%] násobená hodnotou (10) pro statické nastavení z popeloměru.	0 - 999	%	POP_AD
AI5	Adresa – 05, výška vrstvy uhlí na páse měřená popeloměrem.	0 – 500	mm	POP_VR

AI6	Adresa – 06, výhřevnost v [MJ/kg] násobená hodnotou (10), (rozsah 0 až 500 = 50MJ/kg) – pokud nejsou nastaveny konstanty, je trvale hodnota (0).	0 - 500	MJ/kg	POP_QIR
AI7	Adresa – 07, výkon v (t/hod) násobená hodnotou (10), (rozsah 0 až 5000 = 500 t/hod). – pokud nejsou nastaveny konstanty, je trvale hodnota (0).	0 - 5000	t/h	POP_PVYK
AI8	Adresa – 08, číslo nastavené kalibrační křivky.	1 - 3		POP_KAL
AI9	Adresa – 09, procentuální údaj o chodu pasu za měřicí cyklus v [%], (rozsah 0 až 100 %). Pokud je méně než nastavený limit, měření není poskytováno.	0 - 100	%	POP_CHOD
AI10	Adresa – 10, hodnota VN a AKP. Diagnostická veličina	0 - 65535		POP_AKP
AI11	Adresa – 11, počet impulzů Am. Diagnostická veličina	0 - 65535		POP_AM
AI12	Adresa – 12, počet impulzů Cs. Diagnostická veličina	0 - 65535		POP_CS
AI13	Adresa – 13, nevyužito, hodnota (0).	0		POP_REZ
AI14	Adresa – 14, čas měření z popeloměru (hodiny).	0 - 23		POP_HOD
AI15	Adresa – 15, čas měření z popeloměru (minuty).	0 – 59		POP_MIN
AI16	Adresa – 16, čas měření z popeloměru (vteřiny).	0 – 59		POP_SEC

Vzorkování (frekvence měření) gapopeloměrem signálu číslo:

- AI1 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,
- AI2 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení,
- .
- .
- AI16 - dle nastavení dodavatelem měřicího zařízení.

Nastavené vyhodnocení ve vyhodnocovací jednotce gamapopeloměru signálu číslo:

- AI2 - Číslo poruchového hlášení (bitově kódováno), nabývá hodnoty 0 až 255, měření je platné pouze pro hodnoty 0 nebo 1:
 - hodnota 0 – popeloměr v korektním stavu,
 - hodnota 1 až 7 – autokorekce:
 - 01 - Korekce teploty,
 - 02 - AKP neustáleno,
 - 04 - Výpadek sítě, provoz pouze ze záložní baterie.
 - Hodnota 8 až 255 – závada:
 - 08 - Přerušení proudové smyčky D/A výstupu,
 - 16 - Porucha teplotního čidla,
 - 32 - Chyba nápočtů impulsů,
 - 64 - Porucha sondy.

Pokud je např. zároveň chyba 04, 16 a 64, je hodnota informace o poruše 84, tedy bitově zprava 1010100, nastaven bit 3, 5 a 7.

- AI3 - Stavové slovo měření (rozsah hodnoty 0 až 32767):
 - 13868 – normální měření,

- 13580 – nízká vrstva uhlí na páse (měření není platné),
- 21643 – příliš vysoká vrstva uhlí na páse (měření není platné),
- 13455 – nepřesné měření vlivem hodnoty Cs (měření není platné).
- A14 - klouzavý vážený průměr za jednu minutu obsahu popela A^d v [%] pro statické nastavení gamapopeloměru, dle výšky vrstvy uhlí na páse měřené gamapopeloměrem.
- A15 - prostý aritmetický průměr výšky vrstvy uhlí v (mm) na páse měřené gamapopeloměrem.

Zde je příklad zpracování jednotlivých informací z řídicího stupně gamapopeloměru řídicím systémem PLC sběru dat do přenášeného vzorku systémem sběru dat. Zpracování se provádí v řídicím systému PLC sběru dat:

Cyklus snímání měřených hodnot gamapopeloměrem předpokládáme 0,2 s, cyklus zpracování měřených hodnot v řídicím stupni gamapopeloměru a následnou komunikaci s řídicím systémem sběru dat předpokládáme 6 s, cyklus přenosu měřených informací systémem sběru dat předpokládáme jednou za minutu (10 cyklů snímání a zpracování hodnot za minutu). Význam jednotlivých zpracovávaných měřených proměnných je uveden výše v tabulce, názvy v položce „Označení“ [19].

Algoritmy zpracování dat jsou obdobné jako u zpracování dat snímače ATM60, viz kapitola 3.2.1. Kód programu je uveden v příloze C, samotný program pak v příloze A. Výřez kódu archivační funkce je uveden na obrázku č. 46. Většina příkazů byla provedena pomocí ukazatelů. Jednotlivé řádky jsou popsány na již zmíněném obrázku 46. V této funkci je navíc použita archivace průměru každou 1 minutu, takže zde byla k tomuto účelu použita funkce *SUM10_I*, která bere z data bloků [DB8], kde jsou ukládány hodnoty sbíraných proměnných a provádí jejich průměrnou hodnotu s tím, že je navíc uloží do dalšího data bloku [DB9], který obsahuje pouze tyto minutové vzorky, které pak mohou být užity k dalšímu použití. Nový data blok je tvořen jiným datovým typem ukládaných proměnných, a to *real* na místo *integer*, kvůli přesnějšímu ukládání výsledků a také neořezávání míst za desetinnou čárkou způsobenou funkcí daného softwarového prostředí fy Siemens. Funkce *SUM10* je předchozí funkce, kterou jsem vytvořil prvně a poté jsem z ní vycházel, v programu momentálně nemá žádné zastoupení. Výřez funkce *SUM10_I* s malým popisem je uvedena na obrázku 47.

```

1 //-----funkce archivuje data pocitane ze zvoleného DB (int) po 6s do jineho DB
2 //-----kde se ulozi prumerna hodnota (real) 10 hodnot, minutovy interval
3     L   #DB_number           //nactu cislo DBcka
4     T   #DB_number_temp     //ulozim ho do tempu, abych mohl pouzit toto:
5     OPN DB [ #DB_number_temp]
6     L   #pointer_end
7     L   16
8     -I
9     T   #temp
10    L   #temp
11    LAR1
12    L DBB [ AR1 , P#0.0 ]
13    L   0
14    >I
15    JCN end
16
17    L   0                       //nuluji buffer_sum
18    T   #buffer_sum           //ulozim do sum

```

Obrázek 47: Výřez funkce SUM10_1

4 VIZUALIZACE, SIMULACE SBĚRU DAT TECHNOLOGIE SKLÁDKOVÁNÍ

Tato kapitola se zabývá posledním bodem zadání – simulací vstupních dat do systému sběru dat na universálním skládkovacím stroji a následnou vizualizací těchto vstupních dat z PLC systému sběru dat, které se později přenášejí k dalšímu zpracování a jsou podkladem pro monitorovací řídicí systém skládkování.

4.1 Použité PLC

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, program pro sběr dat byl napsán v prostředí od firmy Siemens - Simatic Step 7 pro procesory S7-300. S tímto je spojen proces, kdy je nutné nakonfigurovat příslušný typ CPU daného PLC. V našem případě na tomto nezáleží tolik, jako v jiných aplikacích. Důležité je vybrat jen správný typ procesoru, tedy S7-300 a ne například S7-200. Na obrázku 49 je vidět označení PLC_1, které náleží použitému procesoru CPU 314C-2, pomocí něhož je zde simulován program sběru dat. Další prvky na obrázku jsou: Zdroj napětí PS 307 5A, který zajišťuje napájení všech zařízení v tzv. „racku“ (česky vana) s označením Rail_0. Dále je zde modul analogových vstupů a výstupů AI4/AO4 a modul CP 341 pro sériovou komunikaci simulující připojené zařízení pomocí sběrnice Modbus. Všechna další propojení už byla uvedena výše v předchozích kapitolách práce.

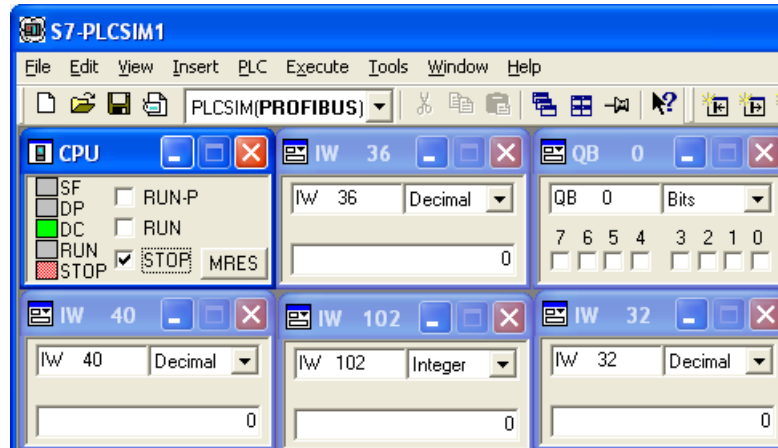
PLC má tyto parametry: Pracovní paměť 192 KB; 0.6ms/1000 instrukce; DI24/DO16 – 24 digitálních vstupů a 16 výstupů; AI5/AO2 – 5 integrovaných analogových vstupů a 2 výstupy; 4 pulsní výstupy (2.5 kHz); 4 kanálové čítací a měřicí inkrementální enkodéry s 24 V (60 kHz); integrované „positioning function“; prostředí PROFINET se dvěma porty; MRP; PROFINET CBA; PROFINET CBA Proxy; TCP/IP transportní protokol; kombinované MPI/DP prostředí (MPI nebo DP master nebo DP slave); vícevrstvou konfiguraci až pro 31 modulů; schopnost odesílat a přijímat přímou datovou výměnu; konstantní čas cyklu na sběrnici; směrování; firmware V3.3

4.2 S7-PLCSIM

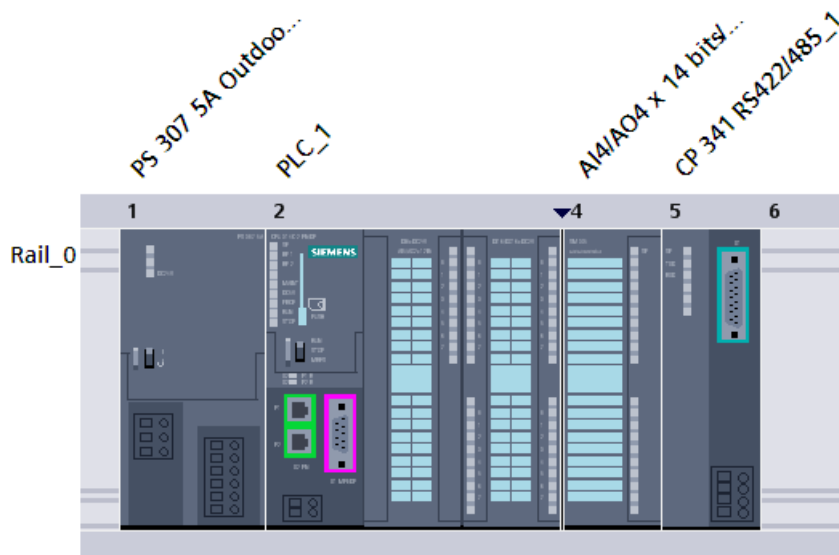
Všechna uvedená zařízení by se nedala simulovat bez dalšího nástroje jménem S7-PLCSIM. Je to simulační nástroj firmy Siemens, který slouží k testování a také tvorbě uživatelských programů. Díky tomuto nástroji není nutné připojovat k PC řídicí systémy, stačí pouze zapnout tento nástroj, který většinou správně nasimuluje PLC. V tomto nástroji lze poměrně přehledně nastavovat všechny vstupy, výstupy, pomocné paměti a další, simulovaného PLC, podmínkou je znát adresy těchto signálů. Příklad lze vidět na obrázku 48 – IW 36 apod. Na obrázku je také vidět malé okno s označením CPU, které zastupuje informační diody PLC a tlačítka pro chod a zastavení automatu.

V programu byla využita většina možností simulování signálů potřebných proměnných. Nevýhodou simulace je manuální nastavování všech hodnot, což má za následek, že simulace trvá dlouhou dobu, pokud chceme vyzkoušet všechny možnosti

naprogramovaného programu. Soubory z S7-PLCSIM jsou uvedeny v příloze B. Simulace je propojena s vizualizačním prostředím, kde lze tuto simulaci zobrazit.



Obrázek 48: S7-PLCSIM



Obrázek 49: CPU 314C-2 PN/DP

4.3 WinCC

WinCC je název nástroje určeného pro vytváření vizualizací a operátorských rozhraní, tzv. HMI. Pomocí něj lze ovládat jednotlivé stroje v dané technologii nebo řídit celý technologický proces. Tento program je také součástí nástroje TIA Portal V12.

V této práci je použit pro zobrazení vizualizace a ovládání panel KTP1000 Basic color DP, který disponuje 10.4" TFT dotykovým displejem s rozlišením 640 x 480 obrazových bodů. Panel má 256 barev a 8 funkčních tlačítek. Propojit jej lze pomocí sběrnice MPI nebo PROFIBUS DP.

4.3.1 Popis vizualizace

Na obrázku 50 je vidět hlavní okno vizualizace technologie skládky v RT simulátoru. Toto okno má v programu název *Main screen*. Jsou zde zobrazeny nejdůležitější měřené veličiny. V levé horní části je zobrazeno logo firmy MIP spol. s r.o. V pravé horní části je zobrazen aktuální datum a čas. V pravém dolním rohu je umístěno tlačítko pro přechod na další obrazovku.

DEPO 1, *DEPO 2* a *DEPO 3* jsou tři hnědé plochy zobrazující místa pro zakládání/odebírání materiálu. Několik bílých pruhů kolem těchto ploch zobrazuje pásové dopravníky *PD41* až *PD45* včetně *VH41*. Směr chodu produktu technologií naznačují šipky.

Stav alarmu je zobrazen nad plochou *DEPO 3* – je to sdružená informace o poruše skládkového stroje zastoupená proměnnou *TECHALM*. Pokud je vše v pořádku, svítí zde zeleně text - *OK*, pokud alarm přetrvává, bliká červeně text - *Alarm trvá*. V této oblasti mezi nadpisem a polem *DEPO 3* při výskytu konkrétního alarmu vyskočí malé okno s výpisem daného alarmu.

Ovládací režim ve spodní části obrazovky signalizuje stejnojmennou informaci. Zastupuje proměnnou *OVLREZIM*. Zobrazuje text: Neaktualizováno, Automatický režim a Ruční režim.

Stav komunikace umístěný vedle informace o ovládacím režimu a tlačítka *Vpřed* zastupuje proměnnou *KOMUNIKACE*. Tato informace signalizuje stav komunikace s PLC řídicího systému. Pokud je vše v pořádku, svítí zde zeleně text - *OK*, jinak bliká červeně text - *Porucha*, či *Neaktualizováno*.

Stav napájení umístěný pod informací o stavu komunikace zobrazuje stav napájení PLC řídicího systému skládkového stroje (sběru dat). Jsou to informace *OK* pro korektní napájení, *Záložní zdroj* a *Neaktualizováno*.

Výhřevnost umístěná nad informací o stavu komunikace zobrazuje hodnotu výhřevnosti zjištěnou pomocí gamapopeloměru. Zastupuje proměnnou *POP_QIR*.

Dále bude obrazovka popsána pomocí červených čísel a bublin z obrázku č. 50. Popisované informace platí obdobně pro oba skládkovací stroje (*USS1*, *USS2*):

1. V této oblasti jsou 3 řádky, které zobrazují následující hodnoty veličin:
 - Řádek s hodnotou $+15^\circ$ zobrazuje úhel zdvihu výložníku stroje.
 - Řádek s hodnotou $+85^\circ$ zobrazuje úhel natočení výložníku skládkového stroje kolem osy stroje vzhledem k ose průchozího skládkového dopravního pásu skládkovým strojem (*PD43* nebo *PD44*) ve směru chodu tohoto pásu. Zastupuje proměnnou *NATOC*.
 - Řádek s hodnotou *680m* zobrazuje podélnou polohu osy stroje od začátku skládky. Zastupuje proměnnou *POJEZD*.
2. V této oblasti jsou 4 pozice zobrazující následující informace:
 - 2.1 Informace o stavu příčné vzdálenosti zakládání nebo odebírání na konci měřeného intervalu v metrech. Je to tedy kolmá vzdálenost k podélnému směru (ose dopravního pásu) průběžného skládkového dopravního pásu (*PD43* nebo *PD44*) skládkovým strojem. Zastupuje proměnnou *VYLOZNIKKM*.

2.2 Informace o stavu výšky zakládání nebo odebírání na konci měřeného intervalu v metrech od paty hromady (od pláně). Zastupuje proměnnou *VYSZAKLKM*.

2.3 Informace o úhlu natočení výložníku stroje, tedy stejná jako druhý řádek v oblasti s číslem 1.

2.4 Identifikace skládkového stroje.

V této oblasti je také symbolicky znázorněn univerzální skládkovací stroj kruhem a obdélníkem. Obdélník a informační pole s čísly 2.1 a 2.2 jsou přesunuty (nahoru nebo dolů) v závislosti na zakládání/odebírání produktu do/z daného depa, tedy na obrázku právě pracuje s depem 3. Zároveň obrysy obou geometrických útvarů (obdélník a kruh) mění své barvy v závislosti na stavu skládkového stroje. Zastupuje jej proměnná *ZAR_STAV*.

- Šedou barvou svítí ve stavu, kdy je neaktualizován.
- Černou barvou svítí ve stavu „stop“.
- Zelenou barvou svítí, je-li ve stavu „chod“.
- Modrou barvou svítí, je-li ve stavu „zajištění“.
- Červenou barvou svítí, je-li porucha.

3. V této oblasti jsou 3 řádky, které zobrazují následující hodnoty veličin:

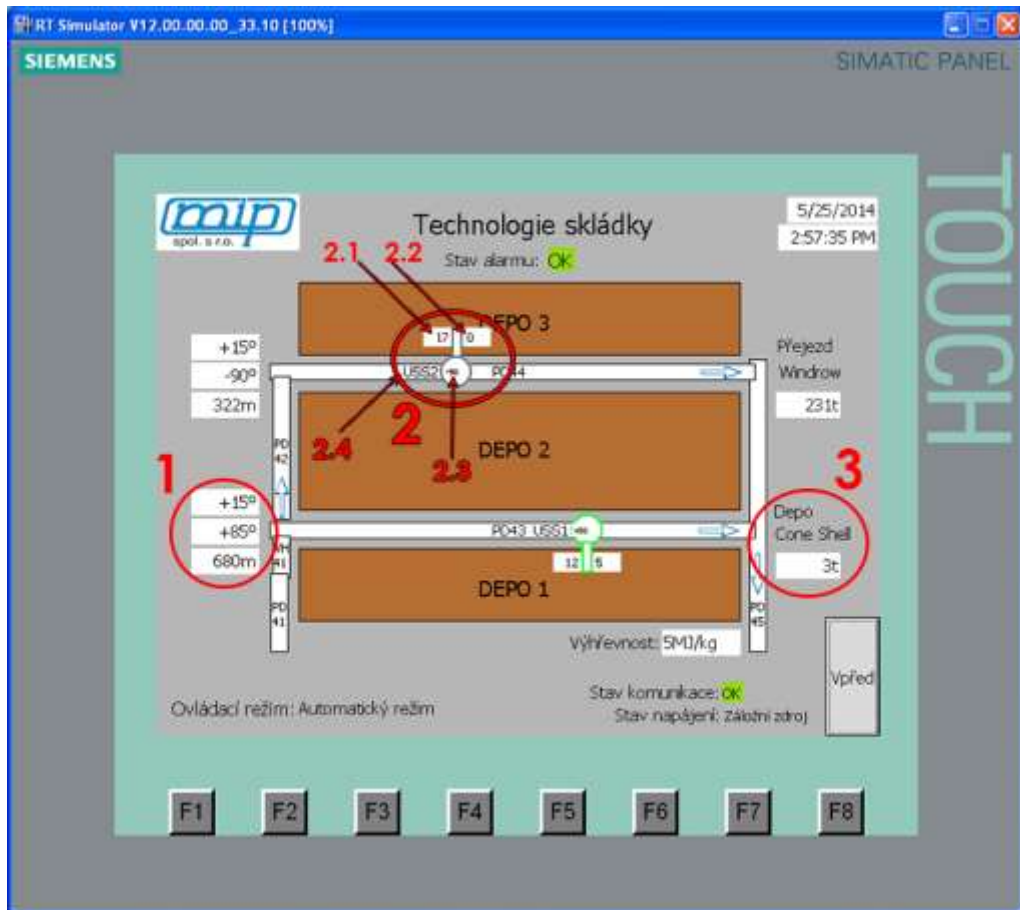
- Řádek s textem *Depo* zobrazuje režim práce skládkového stroje. Zastupuje ho proměnná *TECHREZIM*.
- Řádek s textem *Cone shell* zobrazuje způsob zakládání nebo odebírání skládkovým strojem. Zastupuje proměnnou *ZPUSZAKLAD*.
- Řádek s hodnotou *3t* zobrazuje dopravené množství materiálu v tunách z měření pásové váhy na výložníku stroje po dopravním pásu výložníku skládkového stroje v měřeném minutovém vzorku. Zastupuje proměnnou *VAH_MNOZ*.

-

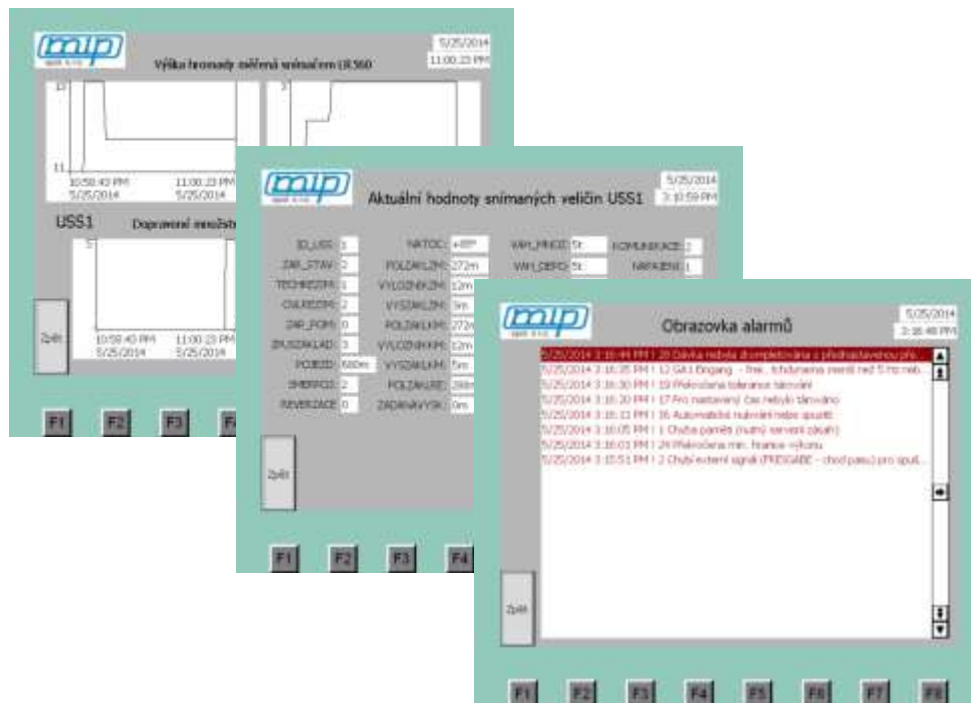
Následující obrazovka s názvem *Screen_2* je zobrazena na obrázku 51, první zleva. Jsou zde znázorněny čtyři grafy, které zobrazují výšku hromady (horní dva) měřené snímačem LR560 a dopravované množství materiálu na výložníku stroje (spodní dva). Tlačítko *Zpět* vede na hlavní obrazovku – *Main screen*. Tlačítko *Vpřed* vede na další obrazovku – *Screen_3*.

Obrazovka *Screen_3* i obrazovka *Screen_4* zobrazují kompletní informace hodnot z univerzálních skládkových strojů. *Screen_3* pro USS1 a *Screen_4* pro USS2. Obrazovka *Screen_3* je na obrázku 51, druhá zleva.

Poslední obrazovka má název *Alarm screen* (viz obrázek 51 vpravo), která zobrazuje historii cca patnácti posledních výskytů alarmů. Zobrazují se zde informace: datum a čas výskytu alarmu, číslo a popis alarmu. Na obrazovce je také tlačítko *Zpět* pro přechod na obrazovku *Screen_4*.



Obrázek 51: Hlavní obrazovka vizualizace - Main screen



Obrázek 50: Screen_2, Screen_3 a Alarm screen

5 ZÁVĚR

První část této diplomové práce seznamuje se základy technologie skládkování. Jsou zde uvedeny všechny typy skládek s jejich základními vlastnostmi a funkcemi. Jsou zde také uvedeny jednotlivé typy architektury skládek s ilustrativním zobrazením. K základům patří také metody zakládání skládkovaného materiálu, které jsou zmíněny v následující části. Po uvedení do základů skládkování následuje druhá část, která je zaměřena na návrh měřicích zařízení, které budou měřit geometrii a stav zakládané skládky. Navržené snímače, které měří geometrii skládky, jsou určeny pro měření výšky hromady sypkých materiálů, dále šířky a délky hromady. Pro měření výšky bylo vybráno několik typů snímačů, mezi něž patří radarové a ultrazvukové snímače. Konkrétní typ snímače bude vybrán až po konzultaci s výrobcem a odzkoušením jeho funkčnosti pro naši aplikaci. Tyto snímače budou umístěny po obou stranách konce výložníku zakládacího stroje. Šířka a délka skládky se bude brát z pojezdů skládkových strojů pomocí rotačního absolutního inkrementálního snímače. Umístění bude až dle konkrétní konstrukce skládkového stroje. Pro měření stavu materiálu budou použity snímače pracující na jiném principu. Měření výhřevnosti uhlí bude měřeno pomocí gamapopeloměru, hmotnost a objem budou měřeny pomocí kontinuální váhy umístěné na dopravníkovém páse a jako pomocný snímač může být použit optický snímač sypkých materiálů firmy Sick. Tímto byly splněny první dva body zadání.

Třetí bod zadání této diplomové práce byl splněn v následující části. Bylo navrženo komunikační propojení těchto snímačů s řídicím systémem sběru dat technologie skládkování. Rotační snímač ATM60 určený k měření pojezdů, úhlů otočí, zdvihu a také jako pomocný snímač, bude připojen pomocí sběrnice Profibus DP. Gamapopeloměr a pásová váha určené pro měření stavu produktu skládky budou připojeny pomocí sběrnice Modbus. Ostatní signály ze skládkového stroje budou připojeny přímo pomocí digitálních vstupů a výstupů. Pro sběr dat z těchto snímačů v systému sběru dat technologii skládkování byly vytvořeny algoritmy, čímž byl splněn čtvrtý bod zadání této práce. Poslední, tedy čtvrtá kapitola, pojednává o vytvoření vizualizace a následné simulaci sběru dat v technologii skládkování pomocí vytvořených algoritmů. Tímto byl splněn také poslední bod zadání diplomové práce.

Co se týká uplatnění výstupů diplomové práce, je možné toto přenést do praxe. Ovšem, jak již bylo zmíněno výše, navržené snímače je nutné odzkoušet, zda jsou schopné odolat reálným podmínkám skládkování. Navržené algoritmy by bylo nutné upravit pro konkrétní počet snímačů na skládce a přiřadit jim příslušné adresy a zvýšit, či snížit počet archivovaných hodnot v závislosti na požadavcích dané skládky. Algoritmy byly psány pro procesory S7-300, musely by se tedy použít PLC s tímto procesorem nebo je přeladit pro procesory například S7-1200. Vizualizace by se také upravila dle požadavků, které by vznikaly při realizaci projektu a přidávaly, či ubíraly se funkce podle využitelnosti a čitelnosti vizualizovaných informací.

Seznam použité literatury

- [1] ING. SLOVÁK, Jiří, RNDr. Jindřich BAŇAŘ. MIP SPOL. S R.O. *Podklady semestrální práce*. Svitavy, 2013 [cit. 9.11.2013].
- [2] MIP SPOL. S R.O. *Podélná hromada* [obrázek]. 2013 [cit. 9.11.2013].
- [3] MIP SPOL. S R.O. *Ohrada* [obrázek]. 2013 [cit. 9.11.2013].
- [4] MIP SPOL. S R.O. *Box* [obrázek]. 2013 [cit. 9.11.2013].
- [5] MIP SPOL. S R.O. *Kruhová hromada* [obrázek]. 2013 [cit. 9.11.2013].
- [6] MIP SPOL. S R.O. *Metody zakládání* [obrázek]. 2013 [cit. 9.11.2013].
- [7] FLSMIDTH. *Stacker and reclaimer systems* [online]. 2008 [cit. 2013-11-22]. ISBN 07-08-254. Dostupné z: databáze FLSmidth
- [8] ABB GROUP. *Innovative Automation Solutions for Open-Pit Mining & Material Handling* [prezentace]. 23.11.2010, 31 s. [cit. 22.11.2013]. Dostupné z: databáze ABB
- [9] ENELEX. CZ - *datasheet GE3000*. Chvaletice, 2013, 2 s. [cit. 22.11.2013]. Dostupné z: <http://www.enelex.cz/pdf/CZ-Enelex-GE3000.pdf>
- [10] SCHENCK PROCESS S.R.O. *Jednoválečkové pásové váhy MULTIBELT®* [online]. Praha, 2007, 4 s. [cit. 7.12.2013]. Dostupné z: <http://www.schenckprocess.cz/files/datasheet/BV-D2049CZ-Jednovaleckove-pasove-vahy-MULTIBELT.pdf>
- [11] MIKULEC, Michal. *Průmyslová vážicí technika* [online]. Praha: Schenck, 2006 - 2012, s. 47-50 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <http://www.schenckprocess.cz/cz/czech-republic/downloads/downloads/book.html>
- [12] SCHENCK PROCESS S.R.O. *INTECONT® PLUS pro měřicí systémy* [online]. Praha, 2007, 4 s. [cit. 7.12.2013]. Dostupné z: <http://www.schenckprocess.cz/files/datasheet/BV-D2184CZ-INTECONT-PLUS-pro-merici-systemy.pdf>
- [13] SIEMENS, s.r.o. *SITRANS LR560* [online]. Praha, 2009, 4 s. [cit. 13.12.2013]. Dostupné z: http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/procesni_instrumentace/mereni_hladiny/kontinualni/2011/katalog_lr560_2011_en.pdf
- [14] Nový radarový snímač hladiny společnosti Siemens pro složité aplikace v oblasti měření sypkých materiálů. SIEMENS S.R.O. *Siemens Česká republika* [online]. Praha, 20.6.2007 [cit. 2013-12-13]. Dostupné z: http://www.siemens.cz/press/cz/archiv/press_releases-novy_radarovy_snimac_hladiny_spolecnosti.html
- [15] VEGA GRIESHABER KG. *Operating Instructions - VEGAPULS SR 68 - Foundation Fieldbus Radar sensor for continuous level measurement of*

- bulk solids* [online]. Schiltach, 12.6.2013, 2 s. [cit. 13.12.2013]. Dostupné z: <http://www.vega.com/downloads/PD/EN/38293-EN.PDF>
- [16] SIEMENS AG. *Ultrazvukové hladinoměry SITRANS LU* [online]. KARLSRUHE, 12.2.2010, 4 s., 29.3.2010 [cit. 13.12.2013]. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/sc/pi/Documentsu20Brochures/7ML1996-5LF73.pdf>
- [17] SICK AG. *Absolute encoders: Encoder* [online]. Waldkirch, 2013, 6 s. [cit. 13.12.2013]. Dostupné z: <https://www.mysick.com/PDF/Create.aspx?ProductID=75391&Culture=cs-CZ>
- [18] SICK AG. *Bulkscan: Volume Flow Measurement of Bulk Materials on Conveyer Belts* [online]. Waldkirch, 2013, 2 s. [cit. 13.12.2013]. Dostupné z: <http://www.sick-automation.ru/images/File/pdf/DIV09/Bulkscan.pdf>
- [19] ING. SLOVÁK, Jiří, RNDr. Jindřich BAŇAŘ, Ing. Jaroslav CHUDOBA. MIP SPOL. S R.O. *Technická zpráva*. Svitavy, 2014 [cit. 3.5.2014].
- [20] ING. TOMEK, Alois, Ing. Jiří UHEREK, Ing. Jaroslav CHUDOBA. MIP SPOL. S R.O. *Studie*. Svitavy, 2014 [cit. 3.5.2014].

Seznam zkratek

VKS	Vyrovnávací (kapacitní) skládka
SVKS	Selektivní vyrovnávací (kapacitní) skládka
HMGS	Homogenizační skládka
PS	Podélná skládka typu PS
BS	Podélná skládka typu BS
OS	Podélná skládka typu OS
KS	Kruhová skládka
SH	Metoda zakládání Shell
CS	Metoda zakládání Cone Shell
BC	Metoda zakládání Block
CH	Metoda zakládání Chevron
STR	Metoda zakládání Strata
WIN	Metoda zakládání Windrow
PWIN	Metoda zakládání Přesýpané Windrow
FMCW	Frequency-modulated continuous-wave Frekvenční modulace kontinuální vlny
HMI	Human Machine Interface Operátorské rozhraní člověk-stroj

Seznam obrázků

Obrázek 1: Podélná skládka PS [2].....	12
Obrázek 2: Podélná skládka BS [3].....	13
Obrázek 3: Podélná skládka OS [4].....	14
Obrázek 4: Kruhová skládka KS [5].....	14
Obrázek 5: Metoda Shell [6] (vlevo).....	15
Obrázek 6: Metoda Cone Shell [6].....	16
Obrázek 7: Metoda Block [6].....	17
Obrázek 8: Metoda Chevron [6].....	19
Obrázek 9: Metoda Strata [6].....	20
Obrázek 10: Metoda Windrow [6].....	21
Obrázek 11: Metoda Přesýpané Windrow [6].....	22
Obrázek 12: Zakládání kruhové skládky (vlevo) [7].....	23
Obrázek 13: Zakládací zařízení s výložníkem a odebírací zařízení s aktivními shrnovacími branami pro podélné skládky [7].....	24
Obrázek 14: Portálové zakládací zařízení a odebírací portálové korečkové zařízení pro podélné skládky [7].....	25
Obrázek 15: Zakládací a odebírací zařízení kruhové skládky [7].....	26
Obrázek 16: Odebírací zařízení se škrabkovým řetězcem pro podélné skládky [7] (vlevo).....	27
Obrázek 17: Odebírací mostové kolesové zařízení [8].....	28
Obrázek 18: Odebírací portálové zařízení se sekundárním škrabkovým řetězcem a zakládací zařízení [7].....	29
Obrázek 19: Kombinace otáčení (srpu) a pojezdu [8].....	31
Obrázek 20: Schéma gamapopeloměru [9].....	33
Obrázek 21: Kontinuální pásová váha, vpravo detail [10].....	33
Obrázek 22: Princip pásové váhy [11] →.....	34
Obrázek 23: Profily dopravníků [11].....	34
Obrázek 24: Vyhodnocovací elektronika Intecont Plus [12].....	35
Obrázek 25: Schématické propojení kontinuální váhy se systémem řízení [1].....	36
Obrázek 26: Schématické propojení gamapopeloměru se systémem řízení [1].....	36
Obrázek 27: Programové rozhraní [18].....	37
Obrázek 28: Umístění snímače [18].....	37

Obrázek 29: Diagram systému [18]	37
Obrázek 30: Základní definice vzorku v hromadě [1]	37
Obrázek 31: Definovaný objem pro Shell [1]	38
Obrázek 32: Definovaný objem pro Cone Shell [1]	39
Obrázek 33: Definovaný objem pro Block [1]	39
Obrázek 34: Definovaný objem pro Chevron [1]	40
Obrázek 35: Definovaný objem pro Strata [1]	40
Obrázek 36: Definovaný objem pro Windrow a Přesýpané Windrow [1]	41
Obrázek 37: Sitrans LR560 [13]	43
Obrázek 38: Sitrans LR460 a LR260 [14]	43
Obrázek 39: Vegapuls SR68 [15]	44
Obrázek 40: Sitrans LU [16]	44
Obrázek 41: Sick ATM60 [17]	46
Obrázek 42: Umístění snímačů měřících výšku hromady na konci výložníku skládkového stroje (zakladače) [1]	47
Obrázek 43: Podélná skládka osazená dvěma universálními skládkovacími stroji [20]	50
Obrázek 44: Programové bloky	55
Obrázek 45: Výřez programu pro zpracování dat z USS	56
Obrázek 46: Výřez funkce Archive_int	61
Obrázek 47: Výřez funkce SUM10_1	66
Obrázek 48: S7-PLCSIM	68
Obrázek 49: CPU 314C-2 PN/DP	68
Obrázek 51: Screen_2, Screen_3 a Alarm screen	71
Obrázek 50: Hlavní obrazovka vizualizace - Main screen	71

Seznam tabulek

Tabulka 1: Legenda k obrázkům 1,2,3 - podélné skládky [1]	13
Tabulka 2: Legenda k obrázku 4 - Kruhová skládka [1]	15
Tabulka 3: Legenda k obrázku 5 – Metoda Shell [1]	16
Tabulka 4: Legenda k obrázku 6 - Metoda Cone Shell [1].....	17
Tabulka 5: Legenda k obrázku 7 – Metoda Block [1]	18
Tabulka 6: Legenda k obrázku 8 - Metoda Chevron [1].....	18
Tabulka 7: Legenda k obrázku 9 – Metoda Strata [1]	19
Tabulka 8: Legenda k obrázku 10 - Metoda Windrow [1]	21
Tabulka 9: Legenda k obrázku 11 - Metoda Přesýpané Windrow [1].....	23
Tabulka 10: Legenda k obrázku 30 - Základní definice vzorku v hromadě [1]	38
Tabulka 11: Tabulka přenášených informací [19].....	51
Tabulka 12: Specifikace přenášených informací [19]	60
Tabulka 13: Specifikace přenášených informací [19]	62
Tabulka 14: Specifikace přenášených informací [19]	62
Tabulka 15: Tabulka přenášených dat z pásové váhy [19].....	64
Tabulka 16: Specifikace přenášených informací [19]	64

Seznam příloh na CD

- Příloha A: Program ve formátu *Siemens TIA Portal V12 project*
- Příloha B: Ovládací soubory k simulaci pro *S7-PLCSIM*
- Příloha C: Report z *TIA Portal* - programové bloky, proměnné,...